<36613595410012 S
<36613595410012
Bayer. Staatsbibliothek

HANDBUCH

der

PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN

für Vorlesungen.

Von

Dr. Johannes Müller,

ordentl. öffentl. Professor der Anatomie und Physiologie an der Königl. Friedrich Wilhelms-Universität, und an der Königl. medicin.-chirurg. Militär-Academie in Berlin, Director des Königl. anatom. Museums und anatom. Theaters; Mitglied der Königl. Academieen der Wissenschaften zu Berlin und zu Stockholm, Correspondent der Kaiserl. Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg, der Königl. Academie der Wissenschaften zu Turin, der Königl. Soc. d. Wissensch. zu Upsala, u. a. gelehrten Gesellschaften Mitglied.

Ersten Bandes erste Abtheilung.

Dritte verbesserte Auflage.

Mit Königlich Würtembergischen Privilegien.

Coblenz,

Verlag von J. Hölscher.

1837.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

BAYERISCHE STAATS-BIBLIOTHEK MUENCHEN

Prolegomena.

Die Physiologie ist die Wissenschaft von den Eigenschaften und Erscheinungen der organischen Körper, der Thiere und Pflanzen, und von den Gesetzen, nach welchen ihre Wirkungen erfolgen. Die erste Frage, welche man sich beim Eintritt in diese Wissenschaft zu beantworten hat, ist die nach dem Unterschied der organischen und unorganischen Körper. Sind die Körper, welche die Erscheinungen des Lebens darbieten, in ihrer materiellen Zusammensetzung von den unorganischen Körpern verschieden, deren Eigenschaften die Physik und Chemie untersuchen? und da die Erscheinungen in beiden Reichen so verschieden sind, sind auch die Grundkräfte, welche sie bewirken, verschieden, oder sind die Grundkräfte des organischen Lebens nur Modificationen der physischen und chemischen Kräfte?

I. Von der organischen Materie.

Empfindung, Ernährung, Zeugung haben kein Analogon in den übrigen physischen Erscheinungen, und dennoch sind die Elemente der organischen Körper solche, welche in die Zusammensetzung der unorganischen Körper eingehen. Die organischen Körper enthalten zwar als nächste Bestandtheile Materien, welche nur ihnen eigenthümlich sind, und welche durch keinen chemischen Process künstlich erzeugt werden können, wie Eiweiss, Faserstoff etc. Allein bei der chemischen Analyse zerfallen alle diese Körper in Elemente der unorganischen Körper. Die wesentlichsten Bestandtheile der Pflanzen sind Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, seltener Stickstoff; ausserdem finden sich bald seltener, bald häufiger Phosphor und Schwefel (beide vorzüglich im Pflanzeneiweiss und Kleber, dann besonders in den Tetradynamisten mit Stickstoff), Kalium (fast allgemein), Natrium (vorzüglich in den Pflanzen des Meeres), Calcium (fast allgemein), Alumium (selten), Silicium, Magnium (sparsam), Eisen und Manganium häufig, Chlor, Jod und Brom (beide in Seepflanzen). In der Thierwelt finden sich diese Stoffe ausser Alumium wieder; Natrium ist häufiger, Kalium seltener als in Pflanzen, Jod und Brom in einigen Seethieren. Die Bestandtheile des menschlichen Körpers und der höheren Thiere sind: Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel (vorzüglich in den Haaren, im Eiweiss und Gehirne), Phosphor (vorzüglich in den Knochen, Zähnen und im Gehirne), Chlor, Fluor (vorzüglich in den Zähnen und Knochen), Kalium, Natrium, Calcium (vorzüglich in den Knochen und Zähnen), Magnium (vorzüglich in den Knochen und Zähnen), Manganium (in den Haaren), Silicium (in den Haaren), Eisen (vorzüglich im Blute, im schwarzen Pigmente, in der Krystalllinse). Der erste

Unterschied der organischen und unorganischen Körper betrifft also die Zahl der in sie eingehenden Elemente. Nicht alle Elemente gehen in die Zusammensetzung der organischen Körper ein, mehrere sind für das Leben derselben schädlich. Der zweite Unterschied betrifft die Art der Combination. Die Verschiedenheit der unorganischen und organischen Materie beruht höchst wahrscheinlich in folgender zuerst von FOURCROY und BERZELIUS dargestellten Eigenthümlichkeit:

1) In der unorganischen Natur giebt es nur *binäre* Verbindungen, indem zwei einfache Stoffe sich unter sich verbinden, oder diese binäre Verbindung wieder mit einem andern Stoffe oder einer andern binären Verbindung sich vereinigt. Die Kohlensäure ist eine binäre Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff, das Ammonium eine binäre Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff; Kohlensäure und Ammonium verbinden sich zu kohlensaurem Ammonium.

Sauerstoff } Kohlenstoff }	Kohlensäure }	kohlensaures Ammonium.
Wasserstoff } Stickstoff }	Ammonium }	

Eine unmittelbare Verbindung von 3, 4, oder mehreren Stoffen unter einander, wo alle Bestandtheile gleich mit einander verbunden sind, scheint nur unter dem Einflusse des thierischen oder pflanzlichen Lebens oder der organischen Kräfte möglich. So entsteht aus denselben Elementen Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, welche durch binäre Verbindung kohlensaures Ammonium bilden, unter dem Einflusse des organischen Lebens organische Materie. Diese Verbindungen nennt man nach der Zahl der zugleich gebundenen Elemente *ternäre* und *quaternäre*. So sind Pflanzenschleim, Zucker, Stärkmehl, Fett, ternäre Verbindungen von Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff. Quaternäre Verbindungen sind der Kleber, der Eiweissstoff, der Faserstoff, der thierische Schleim, der Käsestoff, sie enthalten als vierten Bestandtheil noch Stickstoff. Alle chemischen Verbindungen der unbelebten Natur sind binäre, in erster 2. 3. 4. Ordnung, nämlich entweder einfach binäre Verbindungen aus zwei Elementen, oder Verbindungen eines Elementes mit einer binären Verbindung, oder binäre Verbindungen von binären Verbindungen der Elemente. Diese Theorie der Zusammensetzung der organischen Körper aus ternären und quaternären Zusammensetzungen ist zwar von Einigen in Zweifel gezogen, hat aber immer noch, namentlich in Beziehung auf die höheren organischen Verbindungen, wie sie in den Pflanzen und Thieren selbst vorkommen, als Eiweiss, Faserstoff u. a. eine grössere Wahrscheinlichkeit. Dagegen giebt es allerdings Producte aus organischen Stoffen, welche erwiesen binär zusammengesetzt sind, wie der Weingeist (aus Aether und Wasser) u. a. Die Art der Verbindung der Elemente ist jedenfalls in den organischen Körpern so eigenthümlich und durch so eigenthümliche Kräfte bewirkt, dass die Chemie zwar organische Verbindungen aufzulösen, aber keine zu bilden vermag. BERARD, PROUST, DOEBEREINER, HATCHETT glauben zwar organische

Verbindungen künstlich erzeugt zu haben; allein diese haben sich nicht hinlänglich bestätigt, und es können nur Woehler's Entdeckungen hierher gerechnet werden. Bei Sättigung von wässerigem Ammonium durch Cyangas, enthält die Flüssigkeit viel Kleesäure, wie Woehler entdeckt hat. Auch bei der Darstellung des Kaliums aus Kohle und kohlensaurem Kali, geht mit dem Kalium eine schwarze Masse über, die mit Wasser behandelt viel oxalsaures Kali giebt. Die Kleesäure wird jedoch jetzt als eine binäre Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff betrachtet; sie zersetzt sich zwar, wenn man ihr alles Wasser entzieht; hierin verhält sie sich indess wie Salpetersäure, die beim Entziehen des letzten Antheils von Wasser sich zersetzt. Mitscherlich *Chemie* 416. Nach Woehler's Entdeckungen erhält man Harnstoff statt cyanichtsauren Ammoniaks, wenn man frisch gefälltes cyanichtsaures Silberoxyd mit einer Auflösung von Chlorammonium übergiesst, wobei sich das Silbersalz in Chlorsilber verwandelt. Harnstoff bildet sich auch bei der Zersetzung des cyanichtsauren Bleioxyds durch wässeriges Ammoniak. Die Auflösung enthält anfangs cyanichtsaures Ammoniak, aber nach dem Verdunsten der Auflösung verwandelt sich das Salz in Harnstoff. So fand auch Woehler, dass sich Ammoniakgas und cyanichtsaurer Dampf zu cyanichtsaurem Ammoniak condensiren, das sich aber beim Schmelzen, Kochen oder freiwilligen Verdunsten seiner Auflösung in Harnstoff verwandelt. So bildet sich auch zuerst cyanichtsaures Ammoniak und daraus Harnstoff, wenn man cyanichte Säure mit Wasser, oder mit flüssigem Ammoniak zusammenbringt. Gmelin's *Chemie* 3. 6. Berzelius *Thierchemie.* 356. Der Harnstoff steht indess an der äussersten Grenze der organischen Stoffe, und ist mehr Excretum, als Bestandtheil des thierischen Körpers. Der Harnstoff ist vielleicht nicht einmal eine solche Verbindung, welche die charakteristischen Eigenschaften der organischen Producte hat.

2) Berzelius führt auch einen andern wesentlichen Unterschied an. In den organischen Verbindungen zeigen die Mischungsgewichte kein so einfaches Zahlenverhältniss, als in den unorganischen. So giebt es z. B. eine grosse Menge von Fettarten, die Chevreul untersucht hat, und die nach ihm zum Theil nur durch Bruchtheile in dem Zahlenverhältnisse der Molecule von einander unterschieden sind.

3) Die organischen Körper bestehen ferner grösstentheils aus verbrennlicher Substanz, und zwar enthalten die verbrennlichen Theile der Thiere und Pflanzen (mit Ausnahme der Säuren) den Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff in einem solchen Verhältnisse, dass der Sauerstoff nicht hinreichen würde, den sämmtlichen Wasserstoff in Wasser und den Kohlenstoff in Kohlensäure zu verwandeln.

Eine ausführliche Entwickelung dieser Unterschiede findet man in den classischen Lehrbüchern über Chemie von Berzelius und von Gmelin, und über Anatomie von E. H. Weber. Hildebrandt's *Handb. d. Anat. d. Menschen.* 4. *Ausgabe* von E. H. Weber. *I. Band.*

Die in den organischen Körpern vorhandene organische Ma-

terie erhält sich nur während des Lebens der organischen Körper vollständig. Schon während des Lebens können Elemente oder binär verbundene Stoffe, von aussen auf die organischen Körper wirkend, das Gleichgewicht der Stoffe in den organischen Verbindungen stören, und die organische Combination zersetzen, wie z. B. in der Verbrennung einzelner Theile des lebenden Körpers. Zuletzt tritt diese Störung des Gleichgewichtes in jedem lebenden Körper von selbst ein, der Zustand, oder die Kraft, welche die organischen Combinationen erhielten und umwandelten, werden immer schwächer, bis sie nicht mehr im Stande sind, dem Streben der in der organischen Materie befindlichen Elemente zu binären Verbindungen unter sich und mit anderen Elementen das Gleichgewicht zu halten, und der organische Körper mit der organischen Materie zerfällt. Dann ist die organische Combination nicht allein ohne die organischen Erscheinungen, die sie vorhin zeigte, sondern auch mehrentheils nicht fähig, sich zu erhalten, sondern den chemischen Gesetzen der binären Combination unterworfen, und zerfällt in binäre Verbindungen mit den Erscheinungen der Gährung und Fäulniss, stinkender Fäulniss besonders dann, wenn die organischen Materien viel Stickstoff enthalten. Die Erfahrung zeigt also, dass bei den unorganischen Körpern die Verbindung von der Wahlverwandtschaft und den Kräften der verbundenen Stoffe abhängt, dass in den organischen Körpern dagegen die bindende und erhaltende Gewalt nicht bloss die Eigenschaften der Stoffe selbst sind, sondern noch etwas Anderes, welches der chemischen Wahlverwandtschaft nicht allein das Gleichgewicht hält, sondern auch nach den Gesetzen eigener Wirksamkeit organische Combinationen verursacht. Von den imponderabeln Materien haben Licht, Wärme, Electricität, auf die Verbindungen und Trennungen der Stoffe in den organischen Körpern eben so Einfluss, wie auf die Verbindungen und Trennungen in den unorganischen Körpern; aber nichts berechtigt uns, eines dieser Agentien ohne Weiteres als letzte Ursache der Wirksamkeit in der belebten organischen Materie anzusehen.

Die organischen Substanzen zerfallen nach dem Aufhören des Lebens immer, wenn die Bedingungen zur Aeusserung der chemischen Wahlverwandtschaft vorhanden sind. Die hierbei stattfindenden Zersetzungen sind nach Gmelin folgende: Es werden theils Bestandtheile der organischen Verbindungen abgeschieden, als Stickgas, Wasserstoffgas; theils vereinigen sie sich untereinander zu unorganischen Verbindungen, wie Wasser, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffgas, ölerzeugendes Gas, Ammoniak, Cyan, Blausäure, Phosphorwasserstoffgas, Hydrothionsäure, theils vereinigen sie sich nach anderen Verhältnissen zu einer neuen organischen Verbindung oder zu mehreren, Zucker aus Stärkemehl. Bisweilen zerfällt aber eine organische Verbindung einerseits in unorganische Verbindungen, anderseits in organische, wie der Zucker bei der Gährung in Kohlensäure und Weingeist. Im vollkommen trockenen Zustande zersetzen sich die organischen Verbindungen bei gewöhnlicher Temperatur nicht; zu dieser freiwilligen Zersetzung ist wenigstens Wasser, oft auch die Luft

nöthig. Gmelin erklärt den Umstand, dass die Zersetzung bei manchen organischen Substanzen nicht immer sogleich nach dem Tode des Thieres oder der Pflanze beginnt, aus dem Mangel der nöthigen Bedingungen für das Eintreten der Wahlverwandtschaft. Diess hat denselben Grund, warum z. B. gewisse unorganische Verbindungen erst bei einer bestimmten Temperatur sich zersetzen. Gmelin's *Chem.* 3. 9. Nasse thierische Theile zerfallen von selbst, auch ohne atmosphärische Luft, unter Quecksilber, wiewohl die atmosphärische Luft die Fäulniss am meisten, selbst mehr als reines Sauerstoffgas, befördert, so wie anderseits ein gewisser Grad von Wärme nöthig ist. Die Producte der Fäulniss thierischer und besonders menschlicher Substanzen sind kohlensaures Gas, zuweilen auch Stickgas, Wasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas, Phosphorwasserstoffgas und Ammoniak. Auch bildet sich Essigsäure und zuweilen Salpetersäure, und es bleiben ausser dem langsamer sich zersetzenden Moder zuletzt die fixen Bestandtheile, Erden, Oxyde, Salze, und bilden mit dem Moder Humus. S. Weber 4. *Ausg. von* Hildebrandt's *Anatomie. I.* p. 70. Im Wasser und in manchen Gräbern, selbst ohne Zutritt des Wassers, erleiden thierische und menschliche Leichen eine Umwandlung vieler Theile in eine fettige Substanz, Adipocire, Fettwachs. Gay-Lussac und Chevreul halten diess für das schon im frischen Zustande in den organischen Theilen enthaltene Fett, was übrig bleibt, wenn die übrigen Substanzen zerstört werden. Denn nach diesen beiden Chemikern soll die Menge des in frischen Thiertheilen chemisch darstellbaren Fettes nicht geringer seyn, als sich durch Fäulniss derselben Theile in Wasser ergiebt. Berzelius dagegen glaubt, dass eine wirkliche Umwandlung von Faserstoff, Eiweiss und Färbstoff des Blutes in Fettwachs stattfinde. S. Weber a. a. O.

Die Hauptverschiedenheiten in der Zusammensetzung der organischen Materie scheinen von dem Verhältnisse der Mischungsgewichte der Elemente Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff abzuhängen. Von diesen gilt es hauptsächlich, dass die organischen Verbindungen ternäre und quaternäre, aber keine binären Verbindungen sind. In welchem Zustande aber die sparsam vorkommenden mineralischen Elemente in den organischen Verbindungen sind, ob ebenfalls zu quaternären und mehrfachen Verbindungen verwandt, oder als beigemengte binäre Verbindungen, ist eine andere sehr wichtige und jetzt unauflösbare Frage. Von der wässerigen Auflösung von Färbestoff des Blutes und anderen thierischen aufgelösten Substanzen kann man nach Engelhart die mineralischen Bestandtheile trennen, indem man Chlorgas durch die Auflösung leitet, worauf die thierische Materie frei von erdigen und metallischen Bestandtheilen zu Boden sinkt, ohne dass die Combination von Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in der organischen Materie aufgehoben wird. Berzelius lässt es unsicher, in welcher Form Schwefel und Phosphor in den Thieren enthalten sind, ob im elementaren Zustande zu quaternären und mehrfachen Verbindungen verwandt, oder mit ternären und quaternären Verbindungen binär verbunden, oder ob jeder dieser

Stoffe in einer binären Verbindung wieder mit andern verbunden ist. Bei Verbrennung des Hirnfettes erhielt Vauquelin eine nicht einäscherbare Kohle, die so viel Phosphorsäure enthielt, dass diese den zur Verbrennung nöthigen Zutritt der Luft verhinderte. Nach Ausziehung der Phosphorsäure mit Wasser brannte die Kohle wieder bis zu einem gewissen Grade, und hörte dann wieder auf, worauf sie sauer geworden. Aus diesem Umstande, sagt Berzelius, sieht man, dass die Kohle den Phosphor in einer nicht flüchtigen Verbindung, und auf eine in der unorganischen Natur bis jetzt noch unbekannte Weise enthalte. *Thierchemie.* 16. Auch ist es nach Berzelius einigermassen wahrscheinlich, dass das Eisen im Blute regulinisch und nicht als Oxyd enthalten ist. Denn nach Engelhart's Entdeckung wird dem aufgelösten Blutroth und anderen thierischen aufgelösten Substanzen durch Chlorgas oder Chlorwasser alles Eisen, Calcium, Magnium und Phosphor entzogen, und diese Substanzen bleiben in dem durch Chlor bewirkten Zustande aufgelöst, während die von allen erdigen und metallischen Theilen befreite thierische Substanz mit Salzsäure verbunden zu Boden fällt. Nun hat aber Chlor keine Verwandtschaft zu Oxyden, wohl aber eine sehr grosse zu regulinischen Metallen; ferner wird Eisen von mineralischen Säuren nicht aus dem Blute ausgezogen, da sie doch eine grosse Verwandtschaft zu Metalloxyden, aber keine zu regulinischen Metallen haben. Hiernach hielt es Berzelius für wahrscheinlicher, dass das Eisen im Blute im regulinischen Zustande und nicht als Oxyd enthalten ist. Indessen haben Versuche von Heinr. Rose die Sache wieder zweifelhaft gemacht. Derselbe hat nämlich entdeckt, dass ein grosser Theil nicht flüchtiger organischer Stoffe, wie Zucker, Stärke, Gummi, Milchzucker, Leim, die Eigenschaft haben, dass bei Vermischung ihrer wässerigen Auflösung mit einer kleinen Menge eines Eisenoxydsalzes, das Eisenoxyd bei Zusatz eines Alkalis nicht niedergeschlagen wird, dass auch Blutwasser und verdünntes Eiweiss mit einem Eisenoxydsalze und kaustischem Ammoniak versetzt, kein Eisenoxyd niederschlagen. Diese Versuche liessen wiederum vermuthen, dass das Eisen in dem Färbestoffe des Blutes in einer analogen Verbindung von Eisenoxyd mit dem eigentlichen Thierstoff enthalten sey. Gleichwohl glaubt Berzelius das Letztere nicht. Seine Versuche machen es nämlich wahrscheinlich, dass die Art Verbindung, welche bei Rose's Versuchen das Eisenoxyd im Färbestoffe oder Eiweiss aufgelöst erhält, nicht die sey, durch welche der Färbestoff des Blutes eisenhaltig ist, weil diese sonst durch Einwirkung von Säuren, wie in Berzelius vergleichenden Versuchen, ihren Eisengehalt verlieren müsste. Berzelius *Thierchemie.* p. 61. Dass es anderseits im thierischen Körper nicht blosse Verbindungen von thierischen Materien mit mineralischen Elementen, sondern auch entweder beigemengte, oder gebundene binäre Verbindungen giebt, wie die Oxyde, Salze, wird aus vielen Thatsachen wahrscheinlich. Hierher gehört 1. die Erscheinung mikroskopischer kleiner Salzkrystalle in bloss ausgetrockneten thierischen Säften. 2. Die Leichtigkeit, womit der Gehalt der Pflanzen an mineralischen Stoffen nach ihrem Standorte wechselt, was,

wenn die mineralischen Elemente nur als Elemente in die Bildung der thierischen Materie eingingen, nicht der Fall seyn könnte. 3. Die Leichtigkeit, womit die dem Blute zufällig beigemischten Salze im Harne wieder sich absetzen. 4. Kochsalz lässt sich, wie Autenrieth bemerkt, aus dem festen thierischen Stoffe auswaschen. *Physiol.* 1. 29. 5. Der Zustand der phosphorsauren Kalkerde in den Knochen. Denn es ist, wie E. H. Weber zeigt, gewiss, dass der phosphorsaure Kalk nicht als Phosphor, Sauerstoff und Calcium in den Knochen enthalten ist, sondern dass der phosphorsaure Kalk als binäre Verbindung wieder mit dem Knorpel der Knochen verbunden, oder vielleicht nur beigemengt ist. Diess beweist die Färberröthe, Rubia tinctorum, die eine grosse Verwandtschaft zum phosphorsauren Kalk, aber nicht zur Kalkerde oder zum Calcium hat, und die von den Knochen eines lebenden Thieres, das man mit Färberröthe füttert, aus dem Blute bei der Ernährung angezogen wird. Anderseits zersetzen mehrere Säuren die in den Knochen enthaltenen Kalksalze und ziehen sie aus, ohne die Form des Knorpels zu verwandeln und ihn zu zersetzen. Weber l. c. p. 318. 340.

Sieht man auf die Reste der thierischen Theile, und sieht man ab von dem, was in einzelnen Fällen Educt oder Product der chemischen Analyse seyn kann, so kann man mit E. H. Weber zwei Reihen binärer Verbindungen im thierischen und besonders im menschlichen Körper annehmen, nämlich:

1) binär zusammengesetzte Materien aus mineralischen Bestandtheilen, wie phosphorsaures Natron, phosphorsaurer Kalk, phosphorsaure Magnesia, kohlensaures Natron, kohlensaurer Kalk, salzsaures Kali, salzsaures Natron, Fluorcalcium, Kieselerde, Manganoxyd, Eisenoxyd, Natron;

2) binär zusammengesetzte Materien aus zum Theil organischen, zum Theil unorganischen Bestandtheilen. Hierher wäre das Eiweiss im Blute zu rechnen, wo es eine Verbindung mit Natron bilden soll, Albuminat von Natron. Auch die milchsauren Salze, milchsaures Kali, Natron wären hierher zu rechnen.

Wir gehen nun zur Betrachtung der einfachsten Formen über, in welchen die organische Materie erscheint. Sie sind folgende:

1) die organische Materie ist in vielen Säften in einem vollkommen aufgelösten Zustande; sie zeigt bei mikroskopischen Untersuchungen keine sichtbaren Molecule. So enthält das Blutwasser Thierstoff im aufgelösten Zustande, der sich erst durch die Wirkung der galvanischen Säule, oder durch Erhitzung und andere chemische Einflüsse zu Kügelchen bildet. In demselben Zustande befindet sich ein Theil der thierischen Materie in der Lymphe der Lymphgefässe.

2) Die lebenden festen Theile befinden sich in einem nur den organischen Wesen eigenen Zustande der Aufweichung. Das Wasser theilt ihnen die Eigenschaft der Ausdehnbarkeit, Biegsamkeit mit, ohne dass man sie nass nennen kann und ohne dass sie andere durch Mittheilung dieses Wassers benetzen können. Diess Wasser beträgt nach Berzelius bis $\frac{4}{5}$ ihres Gewichtes. Es scheint ihnen, wie Berzelius bemerkt, nicht durch chemische Verwandt-

schaft anzugehören, da es allmählig wegtrocknet und man es in einer starken Presse zwischen Fliesspapier augenblicklich aus ihnen herausdrücken kann. Durch den Verlust des Wassers wird in der thierischen Materie mit Ausnahme einiger der niedersten Thiere und Pflanzen, die beim Erweichen wieder aufleben, die Lebensfähigkeit ganz zerstört. Berzelius *Thierchemie* p. 7. Nach Chevreul kann nur reines Wasser das Phänomen der vollen Aufweichung hervorbringen, obgleich gesalzenes Wasser auch von trockenen thierischen Theilen, so wie Alcohol, Aether, Oel eingesogen werden.

Nasse thierische Theile lassen aber durch ihre unsichtbaren Poren, welche von dem Wasser erfüllt werden, zu, dass Stoffe, die mit ihnen in Berührung kommen, wofern sie im Wasser auflöslich sind, sich in dem Wasser, was die thierischen Theile nass macht, auflöst, oder wofern sie schon aufgelöst waren, weiter vertheilen. Diess gilt auch für gasförmige Flüssigkeiten. Eben so leicht giebt das Wasser der nassen thierischen Theile Aufgelöstes an andere Theile ab, welche davon auflösen können. Die Gesetze der Anziehung der Stoffe bei der Auflösung und Mischung, die Gesetze des Gleichgewichtes der Vertheilung mischbarer Flüssigkeiten haben daher auch in den nassen thierischen Theilen ihre Anwendung. Da eine poröse organische Membran, wenn sie auf beiden Seiten mit Wasser in Berührung steht, durch ihre Poren ein Continuum von Wasser von dem einen zu dem andern Wasser bildet, so können Stoffe, in dem beiderseitigen Wasser aufgelöst, jene Membran bis zum Gleichgewichte der Mischung und Vertheilung allmählig durchdringen. Diess gilt auch für Gase, die mit nassen thierischen Theilen in Berührung stehen. Wir werden in der Folge sehen, dass hierbei, gleichwie bei porösen unorganischen Körpern, ein merkwürdiges Gesetz obwaltet, dass nämlich die dichtere Lösung durch die porösen Körper hindurch mehr von der dünnern Lösung, als diese von jener aufnimmt.

Die organischen Stoffe sind während des Lebens niemals krystallisirt, und die Excretionsstoffe der Thiere, Harnstoff und Harnsäure und einige Fettarten, die fähig zu krystallisiren sind, kommen in den lebenden Theilen nicht krystallisirt vor, obgleich in den Pflanzenzellen zuweilen krystallisirte mineralische Stoffe beobachtet werden. Häufig erscheint der organische Stoff zu rundlichen mikroskopischen Moleculen gebildet. Diese organischen Molecule erscheinen nun theils in den Säften; zu diesen gehören die Blutkörperchen beim Menschen von einem Durchmesser von $\frac{1}{4000}$ — $\frac{1}{5000}$ eines P. Z., die Körnchen des Chylus $\frac{1}{7799}$ P. Z. nach Prevost und Dumas, des Speichels $\frac{1}{3000}$ P. Zoll nach Weber. Die Körnchen des Chylus, der Milch, der Galle sind rund, die des Blutes sind platt, plattrund bei den Säugethieren, plattoval bei den Vögeln, Amphibien, Fischen; die Blutkörnchen enthalten immer einen Kern in einer äussern Schale. Undeutlicher sind die Kügelchen des geronnenen Eiweisses und Faserstoffes. Die Gewebe der organischen und insbesondere thierischen Körper scheinen aber selbst Vielen nur aus einer Aggregation von Moleculen zu Fasern, Blättchen und Häuten zu bestehen. Am deutlichsten

erscheinen diese Molecule im Gehirne und in der Substanz des Embryo, z. B. in der Keimhaut des Eies, undeutlicher in den übrigen Geweben, wo es immer zweifelhaft ist, ob die Unebenheiten der Oberfläche durch mikroskopische Täuschung nicht etwa als Kügelchen erscheinen. Der undurchsichtige Theil der Keimhaut des Vogelembryo zeigt z. B. ein Aggregat von ziemlich grossen Kügelchen, die man schon mit einer einfachen Lupe sieht, und diese Kügelchen gleichen ganz den Kügelchen des Dotters selbst. Allein schon die in der Keimhaut sich verbreitenden Gefässe sind nach meinen Beobachtungen aus einer ganz unvergleichlich feinern Materie gebildet, so wie der durchsichtige mittlere Theil der Keimhaut, area pellucida, und der Embryo selbst. Es scheint hier wirklich, dass die Keimhaut durch Anziehung und Aggregation der Dotterkügelchen wächst; allein alle Formationen in der Keimhaut selbst geschehen durch Auflösung und Umwandlung dieser aggregirten Theile in eine so zarte Materie, dass die Elementartheilchen derselben nicht deutlich erkannt werden können, und dass sie jedenfalls unvergleichlich viel kleiner seyn müssen, als die Aggregattheile der Keimhautsubstanz. Nach meinen Beobachtungen beim Frosche sind die Primitivfasern der Muskeln 5—8mal dünner als seine Blutkörperchen, und dünner als die Kerne der Blutkörperchen; die Muskelfasern der Frösche und höheren Thiere unterscheiden sich wenig an Dicke, wohl aber sehr ihre Blutkörperchen. Die Primitivfasern der Nerven sind nach meinen Beobachtungen bei Säugethieren $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ so dünn als die Blutkörperchen derselben, und dicker als die Kerne der letztern. Beim Frosch fand ich die Primitivfasern der Nerven $= \frac{1}{8}$ des Durchmessers seiner Blutkörperchen, was hier wieder viel weniger ist, als der Durchmesser der Kerne seiner Blutkörperchen. Ich habe mich nicht überzeugen können, dass die Nervenfasern aus aneinander gereihten Kügelchen bestehen. Sie zeigen allerdings aufeinander folgende geringe Unebenheiten, aber ziemlich unregelmässig. Endlich macht die Entdeckung von Ehrenberg, dass Monaden von $\frac{1}{2000}$ Linie noch zusammengesetzte Organe haben, diese Theorie der Aggregation aus Kügelchen, die selbst grösser seyn sollen als $\frac{1}{2000}$ Linie, im höchsten Grade unwahrscheinlich. Die Zusammensetzung der Gewebe aus Moleculen ist wegen der Unsicherheit, Unebenheiten von Kügelchen mikroskopisch zu unterscheiden, jetzt noch immer eine gewagte Hypothese. Jedenfalls sind aber die organischen Molecule nur die kleinsten Formen, in welchen die zusammengesetzte organische Materie erscheint, nicht aber die Atome der organischen Combination.

Wir kennen die Kraft, welche die organischen Körper beseelt, nur an den organischen Körpern. Sie äussert sich nur an den organischen Verbindungen, welche diese erzeugen, und nie entsteht aus freien Stücken aus den Grundelementen, wo sie zufällig zusammenkommen, organische Materie. Fray behauptet zwar, beobachtet zu haben, dass sich mikroskopische oder Infusionsthiere aus reinem Wasser gebildet hätten, und Gruithuisen will in Aufgüssen von Granit, Kreide und Marmor eine gallertartige Haut entstehen gesehen haben, worin sich später Infusorien

bildeten. Auch auffallend ist, was Retzius (Froriep's *Notizen* 5. p. 56.) beobachtete, dass nämlich in einer Auflösung von salzsaurem Baryt in destillirtem Wasser, die ein halbes Jahr in einer mit einem gläsernen Stöpsel verschlossenen Flasche gestanden hatte, eine eigene Art Conferven sich bildete. Allein es ist bei jenen merkwürdigen Erfahrungen wohl gewiss, dass jene Substanzen oder die Gefässe, oder das Wasser eine auch noch so geringe Menge organischer Materie enthielten, wie denn nach den Beobachtungen von Schultze Staubmolecule von organischen Substanzen hinreichen, um unter günstigen Umständen die Phänomene zu erzeugen, welche man zur generatio aequivoca der Infusorien rechnet. Selbst die Thiere sind nicht einmal im Stande aus blossen Elementen oder aus blossen binären Verbindungen organische Materien zusammenzusetzen. Die Thiere wachsen durch Aufnahme von schon vorher gebildeten organischen Materien von anderen Thieren oder von Pflanzen; sie können nur die Zusammensetzung der organischen Materie erhalten und umändern; die Pflanzen scheinen dagegen nicht allein organische Materie von Thieren und Pflanzen umzuwandeln, sondern auch zugleich aus Elementen und binären Verbindungen der Elemente, wie Kohlensäure und Wasser zu erzeugen, obgleich sie ohne alle organische Materie des Bodens nicht gedeihen. Die Erzeugung der organischen Materien aus binären Verbindungen in den Pflanzen scheint deswegen anzunehmen nöthig, weil ohne diese neue Bildung das Nutriment auf der Erde immer abnehmen würde, da unaufhörlich Pflanzen und Thierkörper durch Verbrennen, Faulen etc. in binäre Verbindungen zersetzt werden.

Die einmal von Pflanzen gebildete oder in Pflanzen und Thieren enthaltene und umgewandelte organische Materie ist wieder lebensfähig, wenn sie von einem lebenden Körper angeeignet und der organischen Kraft desselben unterworfen wird. Auf diese Art kömmt alle organische Substanz, welche auf der Erde verbreitet ist, nur von lebenden organischen Körpern; der Tod oder das Erlöschen der Kraft, welche organische Verbindungen erzeugt und erhält, trifft das Einzelwesen, während die organische Materie, so lange sie nicht in binäre Verbindungen zerfallen ist, Lebensfähigkeit behält.

Die Lebensfähigkeit der organischen Materie besteht darin, dass sie wieder einen lebenden organischen Körper ernähren kann. Gewöhnlich entstehen organische Körper gewisser Art nur cyklisch von organischen Körpern derselben Art, d. h. durch Eier oder Sprossen. Es fragt sich aber, ob die organische Materie bei der Zersetzung eines organischen Körpers nicht auch Organismen anderer Art unter gewissen Einflüssen erzeugt, ob sie nicht allein lebensfähig ist, sondern in modificirter Art fortlebt, ob sie unter gewissen Bedingungen, nämlich unter Einwirkung von atmosphärischer Luft, Wasser, Licht in kleinen mikroskopischen thierischen Wesen, lebenden Infusorien zerfällt, oder unter anderen Bedingungen, in niedersten Pflanzen, Schimmel wieder auflebt. In einem ausgedehnteren Sinne hatten schon die Alten, namentlich Aristoteles die generatio aequivoca, die freiwillige Erzeugung

der Thiere angenommen. Es war nämlich eine alte Tradition, dass aus der Fäulniss niedere Thiere, Insecten, Würmer erzeugt werden sollten. Diese Meinung hatte sich in dem naturwissenschaftlichen und medicinischen Aberglauben bis ins 17. Jahrhundert erhalten. Da schrieb Redi seine *experimenta circa generationem insectorum* und bewies, dass alle Beispiele, welche die Alten von generatio aequivoca aufgeführt hatten, falsch seyen, dass alle diese Würmer, Insecten aus Eiern entstehen, die vorher von Thieren an die Orte gelegt worden. Diese Beweise waren überzeugend, und kein unterrichteter Naturforscher glaubte fortan mehr an die Fabel von der Erzeugung durch Fäulniss, so dass der Satz: *omne vivum ex ovo* unangetastet blieb. Später aber trat Needham auf und zeigte, dass zwar durch Fäulniss keine Insecten, aber doch kleine mikroskopische, bisher ungekannte Thierchen, Infusorien, entstehen. Uebergiesst man thierische oder pflanzliche Substanzen mit Wasser und setzt sie der atmosphärischen Luft und dem Lichte aus, so zeigen sich bei gewöhnlicher Temperatur der mildern Jahreszeit nach einigen Tagen, während sich die organische Materie allmählig zum Theil zersetzt, zum Theil umwandelt, zum Theil in Kügelchen, zum Theil ganz auflöst, entweder Schimmel oder jene mikroskopischen Thierchen, bei welchen Ehrenberg jetzt die glänzende Entdeckung gemacht hat, dass sie eine viel zusammengesetztere Organisation haben, als Jemand vorher geahnet hatte.

Die ersten Beobachtungen über die Entstehung der Infusorien sind von Needham (*nouv. observ. microscop.*) mitgetheilt, später haben Wrisberg, O. Fr. Mueller, Ingenhouss, G. R. Treviranus, Gruithuisen, Schultze um die Kenntniss dieses Gegenstandes sich Verdienste erworben. Nach Wrisberg's (*observ. de animalc. infus.*) Beobachtungen erzeugen sich ohne den Einfluss der Luft aus infundirten organischen Substanzen keine Infusorien, wie z. B. wenn die Infusion mit Olivenöl bedeckt wurde. Dagegen sind alle dem Wasser beigemischten vegetabilischen oder animalischen Substanzen zur Erzeugung der Infusorien geeignet, wenn sie nur keine saure oder scharfe Eigenschaft haben und nichts enthalten, was die Fäulniss hindert. Die Entwickelung der Infusorien erfolgt, nachdem die organische Materie einen gewissen Grad von Zersetzung unter Entwickelung von Luftblasen erlitten hat. Gleichzeitig mit dieser Entwickelung und später zeigt die Infusion eine grosse Menge mikroskopischer Molecule, die bald zerstreut liegen, bald eine Art von Membran an der Oberfläche der Infusion bilden und aus der Zertheilung der organischen Materien entstehen. Nach Fray und Burdach sollten sich Infusionsthiere auch in Wasserstoffgas und Stickgas in der Infusion erzeugen. Die *generatio aequivoca* der Infusionsthiere wurde von mehreren Naturforschern, besonders aber von Spallanzani (*physical. und mathem. Abhandl.*) angegriffen, welcher die Entstehung der Infusionsthiere als eine durch Wärme, Wasser, atmosphärische Luft und Licht bedingte Entwickelung von zufällig beigemischten Eiern jener Thierchen erklärt. Indessen lehren Spallanzani's eigene Versuche, dass gekochte organische Substanzen eben so tauglich als

ungekochte zur Erzeugung der Infusorien sind, so wie denn auch destillirtes Wasser gleich dienlich zur Infusion ist. Sonst beweisen SPALLANZANI's Versuche nur, dass die atmosphärische Luft zur Entwickelung der Infusorien nöthig ist, und dass sich in hermetisch verschlossenen, mit Infusionen gefüllten Flaschen, die eine Stunde lang in einem Gefässe mit Wasser der Siedhitze ausgesetzt worden, keine Infusorien zur Zeit der spätern Untersuchung der Flaschen gebildet hatten. SPALLANZANI fand auch die Structur der Infusionsthiere verschieden nach der Verschiedenheit der Infusion. Versuche mit Samen von Wassermelonen, Kürbissen, Hanf und Hirse zeigten, dass die Zahl der Infusorien grösser ist von dem wachsenden Keime, als von dem erst keimenden Samen und mit dem Verderben des Samens abnimmt. Auf kleine Gattungen sollten grössere folgen, bis die Entwickelungsfähigkeit nach einer gewissen Zeit verloren schien. Die Infusionsthiere von unbeschädigtem Samen sollten grösser gewesen seyn, als die von zerriebenem Samen. Aus Kornmehl erzeugten sich eben sowohl Infusorien als aus bloss zerdrücktem Samen. Wurde aber die Stärke des Mehls (amylum) von dem Kleber (gluten) abgesondert und die Substanzen besonders infundirt, so erschienen in der Infusion von Stärke weniger oder gar keine Thiere, dagegen in der andern Infusion ein Heer von belebten Wesen. Dagegen zeigten sich in Infusionen von Gerste, türkischem Weizen, Bohnen, Wolfsbohnen, Reis und Leinsamen gar keine Thierchen. TREVIRANUS *Biologie II.* p. 279—280. Da indess die Gattungen und Arten der Infusorien eben so bestimmt sind, wie in den höheren Thierklassen, und SPALLANZANI die Unterschiede der Form seiner Infusorien nicht bestimmt hat, da wir ferner die Entwickelungsstufen einer und derselben Species von Infusorien noch nicht kennen, so verlieren SPALLANZANI's Versuche viel von ihrem Gewichte, wenn er in Infusionen von Kürbissamen, Chamillensamen, Sauerampfersamen, Korn, Spelz ganz verschiedene Thierchen entdeckt haben will. TREVIRANUS hat durch seine zahlreichen, mit mehr Critik angestellten Beobachtungen der Hypothese von der *generatio aequivoca* ein viel grösseres Gewicht gegeben. Seine Gründe stützen sich auf folgende Umstände:

1) Verschiedene organische Substanzen mit einerlei Wasser infundirt, erzeugen verschiedene Infusionsthiere, wie z. B. Kressensamen und Roggensamen.

2) Der Einfluss des Lichtes hat auf die Beschaffenheit der *generatio aequivoca* den grössten Einfluss. So erzeugt sich die nach PRIESTLEY genannte grüne Materie, welche sich durch ihre Eigenschaft, Sauerstoffgas auszuhauchen, auszeichnet, nur unter dem Einflusse des Lichtes, wenn Wasser, besonders Brunnenwasser, offen oder in verschlossenen, aber durchsichtigen Gefässen der Sonne ausgesetzt wird, und zwar als eine aus runden oder elliptischen Körnchen bestehende grünliche Kruste, worin man anfänglich feine Bewegungen einzelner Molecule, und später sich unregelmässig bewegende durchsichtige Fäden entdeckt. Diese Veränderungen hat INGENHOUSS (*Vermischte Schriften phys. medic. Inhalts*) am längsten beobachtet. (Nach R. WAGNER besteht die

Priestleysche grüne Materie aus abgestorbenen Leibern grüner Thierchen *Euglena viridis* und anderer Infusorien. Dann wären jene beweglichen Fäden wohl eigene von der übrigen grünen Materie verschiedene Wesen, und Ingenhouss hätte unrichtiger Weise verschiedene Arten einfacher Wesen als Umwandlungen derselben Molecule angesehen.)

3) Auch die Eingeweidewürmer und die in dem Samen der Thiere, selbst der wirbellosen, beobachteten mikroskopischen Thierchen, die Samenthierchen, geschwänzte Körperchen mit thierischen Bewegungen, scheinen für die freiwillige Entstehung lebender Wesen in organischer Materie zu sprechen.

4) In Treviranus Versuchen zeigten sich unter sonst gleichen Umständen in verschiedenen Infusionen verschiedene Wesen, nämlich Infusionsthiere oder Schimmel, und die Ursache dieser Verschiedenheit lag nicht in dem Wasser, sondern an den infundirten Substanzen.

5) Treviranus beobachtete, dass in verschiedenen Hälften einer und derselben Infusion sich unter verschiedenen zufälligen Bedingungen verschiedene Infusionsthiere erzeugten, nämlich aus dem Aufgusse von Irisblättern mit frischem Brunnenwasser entwickelten sich in einem längern, mit Leinwand bedeckten, der Sonne ausgesetzten Gefässe Infusionsthiere, in einem zweiten Gefässe bei einem andern Standorte grüne Materie. So zeigten sich in derselben Infusion von Roggenkörnern mit Brunnenwasser die Producte verschieden, wenn Treviranus in eine der Infusionen eine Eisenstange gelegt hatte. Hiermit scheint übereinzustimmen, dass Gleditsch auf verschiedenen, mit Mousselin bedeckten Melonenstücken bei einem verschieden hohen Standorte ein ungleiches Verhältniss der erzeugten Gebilde, Schimmel, Byssus, Tremellen fand. Man könnte hierzu noch hinzusetzen, dass Gruithuisen in Infusionen von Eiter und Schleim ganz verschiedene Infusionsthierchen gefunden haben will. Aus allen diesen Gründen hat G. R. Treviranus die Schlussfolgen gezogen: dass in der ganzen Natur eine stets wirksame, absolut indecomponible und unzerstörbare (?) Materie vorhanden ist, wodurch alles Lebende von dem Byssus bis zur Palme, und von dem punktähnlichen Infusionsthiere bis zu den Meerungeheuern Leben besitzt, und welche, unveränderlich ihrem Wesen, doch veränderlich ihrer Gestalt nach, unaufhörlich ihre Formen wechselt, dass diese Materie an sich formlos und jeder Form des Lebens fähig ist, dass sie nur durch den Einfluss äusserer Ursachen eine bestimmte Gestalt erhält, nur bei der fortdauernden Einwirkung jener Ursachen in dieser verharrt, und eine andere Form annimmt, sobald andere Kräfte auf sie wirken. Nach Wrisberg und Andern erzeugen sich die Infusorien aus den sich ablösenden Partikeln der infundirten Substanz selbst, welche sich allmählig zu bewegen anfangen; nach Gruithuisen erscheinen sie dagegen erst, wenn der Extractivstoff des infundirten Körpers von Wasser extrahirt worden, in diesem. Schultze sagt: Nie habe ich in einem Aufgusse von Blut, Milch oder Hirnsubstanz, ein Blutkügelchen, Milchkügelchen oder Markkügelchen sich als Monade fortbewegen oder in eine

solche verwandeln gesehen. Jedes einzelne dieser Kügelchen giebt durch sein Zerfliessen zum Entstehen von mehreren hundert Monaden den Stoff. Diess Letztere widerspricht indess der Micrometrie; denn nach EHRENBERG hat die kleinste sichtbare Monade $\frac{1}{2000}$ P. Linie im Durchmesser, diess ist $\frac{1}{24000}$ Zoll. Die Blutkügelchen des Menschen betragen aber $\frac{1}{4000}$—$\frac{1}{5000}$ Zoll im Durchmesser, die Milchkügelchen noch weniger. SCHULTZE will die Entstehung von Infusorien aus organischen Staubtheilchen beobachtet haben, die sich in Wasser in einigen Stunden mit einem trüben Ringe umgeben, der sich bis zum Zerfliessen des Staubtheilchens ausbreitet. Dieser Ring löse sich in Monaden auf. TREVIRANUS *Biologie II. p.* 264—406. GRUITHUISEN *Beiträge zur Physiognosie und Eautognosie. München* 1812. 8. BURDACH *Physiologie. T.* 1. C. A. S. SCHULTZE *mikroskopische Untersuchungen über* R. BROWNS *Entdeckung lebender Theilchen in allen Körpern, und über Erzeugung der Monaden. Carlsruhe* 1824.

Wir gehen nun zur Critik der vorhergehenden Beobachtungen über. Die Art, wie Versuche über *generatio aequivoca* angestellt werden können, lässt keine Gewissheit über nicht statt gefundene Täuschung zu.

1) Diejenigen, welche mit ausgekochter organischer Substanz an der atmosphärischen Luft experimentirt haben, können nicht beweisen, dass die erzeugten Infusorien oder Schimmel nicht von dem mit der atmosphärischen Luft zugeführten Staube vertrockneter Infusorien oder ihrer Keime herrühren. Vielleicht dass, wie ALEXANDER VON HUMBOLDT in seinen Ansichten der Natur deutet, die Winde die Keime der einfachsten organischen Wesen aus den trocknenden Gewässern emporheben und diese im Staube von dem belebenden Wasser aufgenommen, wieder aufleben, wie das Wiederaufleben von dem Räderthierchen, nach SPALLANZANI's bestätigten Versuchen, thatsächlich bekannt ist. Dass der überall in der Luft umherfliegende Staub kleine organische, im Wasser aufquellende Theilchen enthält, hat neuerlichst SCHULTZE zur Erklärung der Infusorien benutzt; er hält diese gerade für eingetrocknet gewesene Infusorien (Monaden), die durch Benetzung von Neuem belebt werden. Indessen hält SCHULTZE diese sehr häufige Quelle der Infusorienbildung nicht für die einzige und giebt die Umwandlung der organischen Substanzen in Protozoen zu.

2) Diejenigen, welche mit ausgekochtem organischen Stoff experimentirt und gemeines Wasser zur Infusion benutzt haben, können eben so wenig die neue Bildung der Infusorien beweisen, denn das Wasser kann diese als Eier oder wirkliche Infusorien selbst enthalten haben, die sich schnell auf Kosten der infundirten organischen Substanz vermehren. Die Anwendung eines ganz reinen destillirten Wassers ist fast in keinem Fall vorauszusetzen, da selbst fünfmal destillirtes Wasser noch organische Theilchen enthalten kann.

3) Diejenigen, welche mit frischen organischen Substanzen und destillirtem Wasser oder gar künstlich bereiteten Luftarten experimentirt haben, können nicht beweisen, dass nicht etwa die Eier der Infusorien oder diese selbst in der organischen Substanz

enthalten waren; mikroskopische Thierchen kennt man in lebenden Theilen zwar wenige, und die gewöhnlichen Kügelchen organischer Flüssigkeiten, wie des Blutes, sind jedenfalls nicht individuell belebt; allein der Schleim enthält bereits mikroskopische Thierchen, der Darmschleim des Frosches wie der Same enthalten mikroskopische Thierchen; in den Muscheln hat von Baer an verschiedenen Stellen mikroskopische sich bewegende Theilchen gesehen. Siehe *Nov. act. nat. cur.* 13. 2. p. 594. Die Samen des Weizens und einiger *Agrostis* enthalten oft *Vibrionen*, die selbst getrocknet bei der Befeuchtung aufleben. Einige Thierchen, die in anderen Thieren vorkommen, leben auch im Wasser fort, besonders aber solche, die auf anderen Thieren leben, Epizoen.

4) Endlich, wenn auch einige Beobachter mit ausgekochten organischen Substanzen, mit destillirtem Wasser, mit künstlich bereiteter Luft zugleich experimentirt haben sollten, so ist doch die zu einem entscheidenden Resultate nöthige Genauigkeit hier weder wahrscheinlich vorauszusetzen, noch überhaupt möglich, da jedes zum Wechseln von Wasser benutzte Instrument in einer absoluten Reinheit von allem Anflug organischer Theilchen hätte seyn müssen, und jede Reinigung wieder eine Gelegenheit zu Irrthümern giebt.

Diese Bemerkungen widerlegen die *generatio aequivoca* nicht, sondern zeigen bloss, dass ein entschiedener Beweis derselben durch directe Beobachtung nicht wohl möglich ist. Nun hat aber Ehrenberg durch genaue Untersuchungen der Organisation der Thiere und Pflanzen, welche durch *generatio aequivoca* entstehen sollen, diese letztere wirklich ziemlich unwahrscheinlich gemacht. Ehrenberg hat erstens das wirkliche Keimen der Pilz- und Schimmelsamen entdeckt. *Nova act. nat. cur. T. X.* Vergl. Nees v. Esenbeck *Flora.* 1826. *p.* 531. Schilling in Kastner's *Archiv. X. p.* 429. Hierdurch wurde die Fortpflanzung der Schimmel und Pilze festgestellt, es wurde gezeigt, wie man durch Schimmelsamen neue Schimmel bewirken kann, und es wurde wahrscheinlich, dass in den Fällen unerwarteter Entstehung von Schimmel auch durch Wasser oder Atmosphäre verbreiteter Schimmelsame nur den zur Entwickelung nöthigen Boden gefunden hat. Was nun die Infusions-Thiere betrifft, so hat Ehrenberg für's Erste den zusammengesetzten Bau dieser Thiere entdeckt, so dass selbst die kleinsten *Monas* von $\frac{1}{2000}$ Linie Durchmesser noch einen zusammengesetzten Magen haben, dass sie Bewegungsorgane in Wimpern besitzen. Bei anderen beobachtete Ehrenberg die Eier, die Fortpflanzung durch Eier. Diess erregte den grössten Zweifel gegen die Richtigkeit früherer Beobachtungen, wo man ohne den zusammengesetzten Bau dieser Thiere zu kennen, das unmittelbare Entstehen derselben aus Theilchen der infundirten Substanz gesehen haben wollte. Ehrenberg hat es nie in der Gewalt gehabt, bestimmte Formen von Infusorien durch bestimmte Infusionen zu erlangen; auch zeigen sich bald diese, bald jene Infusorienformen bei der gleichartigsten Behandlung. Vielmehr giebt es nach Ehrenberg gewisse, aber doch nur eine bestimmte Anzahl am meisten verbreiteter Formen, deren Eier oder Individuen in allen Gewässern

selbst in einigen, vielleicht aber nur schadhaften Pflanzentheilen vorhanden seyn mögen, und von denen sich dann bald die einen, bald die anderen, je nachdem Eier oder Individuen davon im Wasser waren oder hineingebracht wurden, stark vermehren. Die Vermehrung dieser Thiere scheint ausserordentlich schnell. Ein Räderthierchen, *Hydatina senta*, das über 18 Tage beobachtet wurde und länger lebt, ist in 24—30 Stunden einer vierfachen Vermehrung fähig. Diese Vermehrung giebt in 10 Tagen schon 1 Million Individuen, woraus sich die ausserordentliche Häufigkeit der Infusorien in einem Tropfen einer Infusion einigermassen erklären liesse. Im Thau und Regen hat Ehrenberg nie Infusorien bemerkt; sonst fand Ehrenberg einige Infusorien in Afrika und Asien, gleichwie in Europa, im Meerwasser wie im Flusswasser, in den Tiefen der Erde wie auf der Oberfläche. Aber die Entwickelung dieser Thiere scheint formenreich, und man kann leicht verschiedene Arten dieser Thiere zu sehen glauben, während man nur die Entwickelungszustände beobachtet. Aus allen diesen Beobachtungen schliesst Ehrenberg, dass alle Infusorien, gleich den übrigen Thieren, von Eiern entstehen, *omne vivum ex ovo*, und lässt es ungewiss, ob die Eier zum Theil wirklich das Product der *generatio primitiva* sind. Siehe Ehrenberg in Poggendorf's *Annalen* 1832. 1. Vergl. R. Wagner *Isis* 1832. 383. Den von mehreren Männern beschriebenen Uebergang von Infusorien in Priestleysche Materie hält Wagner für ausgemacht; diese Materie ist aber nichts anders als der Rest von abgestorbenen Infusorien, *Euglena viridis*. Dagegen bezweifelt Wagner wohl mit Recht die von Mehreren beschriebenen Uebergänge der Priestleyschen Materie in Conferven, Ulven, Tremellen oder gar Laubmoose. Die primitive Umbildung von noch unorganisirtem Thierstoff zu gewissen Thieren lässt sich jetzt noch am meisten bei den Eingeweidewürmern vertheidigen. Eine ganze Reihe von Gründen für die *generatio aequivoca* beruht auf der Unmöglichkeit, die erste Entstehung der Eingeweidewürmer ohne freiwillige Zeugung zu erklären. 1. Die ungeheure Mehrzahl der Eingeweidewürmer sind in der Organisation ganz von allen Geschöpfen verschieden, die ausser dem thierischen Körper vorkommen. Die Aehnlichkeit einiger *Distoma* mit den Planarien des süssen und salzigen Wassers ist nur scheinbar. 2. Die wenigsten Eingeweidewürmer kommen in verschiedenen Gattungen von Thieren vor. So sind die Bandwürmer des Menschen nur diesem eigen, dagegen die Leberegel, *Distoma hepaticum*, dem Menschen, Hasen, Rindvieh, Cameel, Hirsch, Pferd, Schwein; der Spuhlwurm, *Ascaris lumbricoides*, dem Menschen, Schweine, Ochsen, Pferd gemein scheinen. Die mehrsten Thiere haben ihre eigenthümlichen specifisch verschiedenen Eingeweidewürmer. 3. Viele Eingeweidewürmer sind in ihrem Vorkommen auf gewisse Organe beschränkt. 4. Die Eingeweidewürmer sterben in der Regel ausser dem lebenden thierischen Körper. 5. Man hat diese Würmer schon in Embryonen beobachtet. 6. Dass eine Uebertragung von Eingeweidewürmern oder ihren Keimen durch die Nahrung nicht stattfinde, beweisen die bloss von Pflanzen lebenden Thiere, die gleichwohl

ihre eigenen Eingeweidewürmer haben. Nur in sehr wenigen Fällen kann dieser Uebergang bei fleischfressenden Thieren angenommen werden, wie denn der *Echinorhynchus* der Feldmaus zuweilen beim Falken, Würmer der Frösche zuweilen bei Schlangen, die *Ligula* der Fische, der *Bothriocephalus solidus* des Stichlings auch im Darmkanal der Sumpf- und Schwimmvögel gefunden worden sind. Allein viele andere Würmer kommen ausser dem Darmkanale und den Wegen der Uebertragung vor. Siehe Bremer *über lebende Würmer im lebenden Menschen. Wien* 1819.

Ehrenberg sucht die *generatio aequivoca* der Eingeweidewürmer zu entkräften, indem er sich zu der alten Meinung hinneigt, wonach die Eier der Eingeweidewürmer durch die Saftcirculation der Thiere in alle Theile des Körpers getrieben würden. Er nimmt an, dass, weil die Genitalien der Eingeweidewürmer eine grosse Menge Eier enthalten, diese auch durch die Circulation im ganzen Körper eines Thieres verführt werden, und nur unter glücklichen Umständen an den zu ihrer Entwickelung nöthigen Boden abgesetzt werden und auskommen, so dass alle Säfte eines Thieres gleichsam von Eiern solcher Eingeweidewürmer inficirt sind, die das Thier in einzelnen Organen hat. Die Milch, wovon sich andere Individuen derselben Art nähren, kann die Eier dieser Würmer schon enthalten. Der Embryo der Säugethiere, in dem man schon Eingeweidewürmer fand, kann die Eier von den Säften der Mutter haben. Man hat Eingeweidewürmer in gelegten Eiern gefunden. Eschholz fand welche in Hühnereiern. Burdach *Physiol. I. p.* 22. Sie können anfänglich von den Säften der Mutter dahin gelangt seyn; allein in der That, die Widerlegung der *generatio aequivoca* begiebt sich hier in eben so grosse Unwahrscheinlichkeiten als die Annahme derselben. Die Eier der Eingeweidewürmer sind offenbar zu gross, um aus den Organen, wo die Würmer leben, in die Lymphgefässe zu gelangen, sie sind viel zu gross, um in Capillargefässen des Blutes von 0,00025 Zoll Durchmesser zu circuliren und endlich gar in die Absonderungsproducte, z. B. die Milch, den Dotter, zu gelangen; also die Erklärung des Vorkommens der Eingeweidewürmer durch Uebergang von Mutter auf Kind, z. B. bei pflanzenfressenden Säugethieren, widerspricht gar sehr den erfahrungsmässigen Daten der Mikrometrie, wenn man nicht annehmen will, auch die kleinsten Theile von Keimstoff der Eingeweidewürmer, wie er von vorhandenen Würmern gebildet worden, seyen eben so fähig zur Fortpflanzung als ein ganzes Ei. Von den Samenthierchen nimmt Ehrenberg an, dass sie jedem animalischen Wesen bei der Zeugung eingeimpft werden.

Directe Versuche über *generatio aequivoca* sind bei dem jetzigen Zustande der Wissenschaft ungemein schwer. Diejenigen, welche in neuester Zeit angestellt sind, sind der Lehre von der freiwilligen Erzeugung nicht eben günstig. Fr. Ferd. Schultze beobachtete, dass atmosphärische Luft, die durch Schwefelsäure durchgeleitet ist, keine Entwickelung von Infusorien in ausgekochten Flüssigkeiten zulässt. Schwann machte die Erfahrung, dass in gekochten Flüssigkeiten, die nur mit ausgeglühter, aber an

Sauerstoff noch reicher und häufig erneuerter Luft in Berührung sind, keine Infusorien- oder Schimmelbildung und keine Fäulniss vor sich geht.

v. Baer's Beobachtungen (*Nov. act. nat. cur. XIII.* 2.) enthalten übrigens noch manches Räthsel über die Zeugung von Eingeweidewürmern. Die Thierchen, die er *Bucephalus* nennt, erzeugen sich in fadenförmigen Keimstöcken, welche in den Muscheln vorkommen, und Bojanus und Baer haben in *Limnaeus stagnalis* einen Wurm beschrieben, der wieder lauter Thiere einer ganz andern Form, Cerkarien, enthält. Vergl. Siebold über *Monostomum mutabile*, Wiegm. *Archiv.* 1. 45. Carus über *Leucochloridium paradoxum* (*Nov. act. nat. cur. XVII. p.* 1.). v. Nordmann (*mikrogr. Beiträge, Berlin* 1832.) hat Monaden im Körper lebender Eingeweidewürmer, *Diplostomen*, beobachtet, und im Innern von faulenden Eiern von Lernaeen Infusorien entstehen gesehen. Anderseits verdienen wieder die Veränderungen gewisser Eingeweidewürmer Beachtung, z. B. der *Ligula* und des *Bothriocephalus solidus* der Fische, die erst in den Wasservögeln deutliche Genitalien erhalten; die anfängliche Gestalt einiger jungen Distomen, z. B. *Dist. nodulosum* des Barsches, das nach v. Nordmann anfänglich ohne Saugnapf, mit einer Spur von Auge, und mit Wimpern wie zum Schwimmen im Wasser besetzt ist. Die Infusorien und Binnenwürmer der lebenden Pflanzen sind noch zu untersuchen. Wichtig genug, dass die kranken Samen von Agrostis-, Phalaris- und Triticum-Arten nach Steinbuch (*Analecten* 1802.) und Bauer (*Philos. Trans.* 1823.) Vibrionen enthalten, dass Bauer im Stengel der jungen Weizenpflanze die Vibrionen wiederfand, die er dem Samen eingeimpft hatte, und dass nach Steinbuch und Bauer die Würmer der getrockneten Samen mehrere Jahre fähig blieben, im Wasser wieder aufzuleben.

Die Bildung von Infusorien ist keine primitive Zeugung organischer Materie; sie setzt schon die Existenz von organischen Wesen voraus, da nie organischer Stoff von selbst entsteht, sondern nur die lebenden Pflanzen fähig scheinen, aus binären Verbindungen, wie Wasser und Kohlensäure, ternäre organische Verbindungen, organische Materie zu erzeugen, während die Thiere nur von schon gebildeten organischen Materien leben, selbst aber keine aus Elementen, oder binären Verbindungen zu erzeugen vermögen und also die Existenz der Pflanzenwelt zu ihrer Existenz voraussetzen. Wie nun zuerst die organischen Wesen entstanden sind, auf welche Art eine Kraft, die zur Bildung und Erhaltung der organischen Materie durchaus nothwendig ist, aber anderseits sich auch nur an organischen Materien äussert, zur Materie gekommen ist, liegt ausser aller Erfahrung und Wissen. Es lässt sich auch nicht der Knoten zerhauen, indem man behauptet, die organische Kraft wohne von Ewigkeit der Materie bei, als wenn organische Kraft und organische Materie nur verschiedene Betrachtungsweisen desselben Gegenstandes wären; denn in der That sind die organischen Erscheinungen nur einer gewissen Combination der Elemente eigen, und selbst die lebensfähige organische Materie zerfällt in unorganische Verbindungen, sobald die Ur-

sache der organischen Erscheinungen, die Lebenskraft, aufhört. Indess die Lösung jenes Problems wäre überhaupt nicht die Aufgabe der empirischen Physiologie, sondern der Philosophie. Da die Ueberzeugung in der Philosophie und in den Naturwissenschaften eine ganz verschiedene Basis hat, so sind wir hier zunächst darauf angewiesen, das Feld einer denkenden Erfahrung nicht zu verlassen. Wir müsten uns also bescheiden, zu wissen, dass die Kräfte, welche die organischen Körper lebend machen, eigenthümlich sind, und dann die Eigenschaften derselben näher untersuchen.

II. Vom Organismus und vom Leben.

Die organischen Körper unterscheiden sich nicht bloss von den unorganischen durch die Art ihrer Zusammensetzung aus Elementen, sondern die beständige Thätigkeit, welche in der lebenden organischen Materie wirkt, schafft auch in den Gesetzen eines vernünftigen Plans mit Zweckmässigkeit, indem die Theile zum Zwecke eines Ganzen angeordnet werden, und diess ist gerade, was den Organismus auszeichnet. Kant sagt: die Ursache der Art der Existenz bei jedem Theile eines lebenden Körpers ist im Ganzen enthalten, während bei todten Massen jeder Theil sie in sich selbst trägt.. Durch diesen Charakter begreift man, warum ein blosser Theil des organischen Ganzen meist nicht fortlebt, warum der organische Körper ein Individuum, ein Untheilbares scheint. Insofern nun die Theile ungleichartige Glieder eines Ganzen sind, kann auch der Stamm nach dem Verlust eines das Ganze integrirenden Theiles nicht fortleben. Nur dann, wenn sehr einfache Thiere oder Pflanzen eine gewisse Summe gleichartiger Theile besitzen, oder wenn die zum Ganzen gehörigen ungleichartigen Glieder in jedem Abschnitt des Ganzen sich fortsetzen, kann das Ganze sich theilen, und die getrennten Stücke, welche nun auch noch die ungleichartigen Glieder des Ganzen, aber von geringerer Anzahl enthalten, leben fort. Abgeschnittene Zweige von Pflanzen werden eingepflanzt wieder zu neuen Individuen. Die verschiedenen Theile von Pflanzen sind einander noch so ähnlich, dass sie sich in einander umwandeln können, wie die Zweige in Wurzeln, die Staubfäden in Blumenblätter. Goethe *Metamorphose der Pflanzen.* Hieher gehören auch einige einfache Thiere, wie die Polypen. Stücke eines durchschnittenen Polypen hat man wieder fortwachsen gesehen, wie die Versuche von Trembley, Roesel und Anderen beweisen. Eben so mit einigen Würmern, z. B. Naiden, bei welchen man in verschiedenen Abschnitten des Körpers ungefähr dieselben ungleichartigen, qualitativ verschiedenen Theile, wie des Darmes, der Nerven, der Blutgefässe, sich fortsetzen sieht. Diese Thiere hat man durch Theilung sich fortpflanzen gesehen. Bonnet will sogar ein Wiederfortwachsen und Ergänzen bei den Stücken eines getheilten Regenwurms beobachtet haben. Allein eine solche Trennung dieser Thiere, wobei die getrennten Stücke nicht mehr die qualita-

tiven Glieder des Ganzen enthalten, könnte auch keine Fortsetzung des Lebens zulassen. Bei den höheren Thieren und beim Menschen giebt es gewisse Organe, d. h. qualitativ verschiedene Glieder des Ganzen, die ohne Verlust des Lebens, ohne Aufhebung des Begriffs vom Ganzen, nicht entfernt werden können und auch nur einfach vorkommen, wie Gehirn und Rückenmark, Herz, Lungen, Darmkanal etc. Andere Theile dagegen, welche keine unbedingt nothwendigen Glieder im Begriff des Ganzen, oder welche mehrfach vorhanden sind, können entfernt werden, dagegen kann auch kein Theil der höheren Thiere getrennt fortleben, weil keiner die integrirenden qualitativen Glieder des Ganzen enthält. Nur das Ei, der Keim selbst, ist in diesem Zustande, weil die organische Kraft die integrirenden Theile des Ganzen noch nicht gebildet hat, und entwickelt sich getrennt von dem Ganzen zum neuen Ganzen. Im Organismus ist also eine die Zusammensetzung aus ungleichen Gliedern beherrschende Einheit des Ganzen. Aus den eben mitgetheilten Thatsachen sieht man, dass die organischen Körper nicht absolut untheilbar sind, sie sind vielmehr dann immer mit Erhaltung ihrer Kräfte theilbar, wenn die getrennten Stücke noch die qualitativ verschiedenen Glieder des Ganzen in einer gewissen Ausdehnung enthalten, und selbst bei der Zeugung der höchsten Thiere und Pflanzen findet ja eine Theilung statt. Die unorganischen Körper kann man dagegen in einem weit ausgedehntern Sinne theilen, ohne dass die Theile die chemischen Eigenschaften des Ganzen verlieren, man kann sie nach einem gewöhnlichen Ausdruck ins Unendliche theilen, d. h. nach der atomistischen Lehre bis auf die Uratome, welche ihrer Kleinheit wegen den Sinnen entgehen und in chemisch zusammengesetzten Körpern bis auf die aus verschiedenen constituirenden Atomen zusammengesetzten Molecule, welche ebenfalls den Sinnen entgehen. Doch giebt es auch unter den unorganischen Körpern solche, welche nicht bis auf die Urtheilchen theilbar sind, ohne von ihren Eigenschaften zu verlieren; ich meine die Krystalle. Diese sind nur in gewissen Richtungen leicht theilbar, und die Theile, die dadurch gewonnen werden, sind doch schon oft von der Form des Ganzen verschieden, daher Einige auch die Krystalle als Individuen betrachten, welche durch die fortgesetzte Thätigkeit der Kraft bestehen, die sie bildete, und vergehen, wenn die äusseren chemischen (Verwittern) oder mechanischen Einflüsse über ihre Krystallisationskraft, Härte, das Uebergewicht erlangen. Vergl. Mous *Grundriss der Mineralogie. I. Vorrede p.* 6. Allein wenn man auch die Krystalle in diesem Sinne als Individuen betrachten wollte, so ist doch der grosse Unterschied, dass die Molecule der Crystalle gleichartig im ganzen Krystall sind, und dass der Krystall wenigstens in gleichartige Aggregate der Molecule theilbar ist, während die organischen Körper aus ganz verschiedenen Gliedern eines Ganzen, z. B. Geweben mit besonderen Eigenschaften zusammengesetzt sind. Organische Combinationen sind übrigens in den organischen Körpern zur Zeit ihres Lebens in der Regel nicht krystallisirt. Ist ein unorganischer Körper ein Aggregat von verschiedenartigen gemengten

Substanzen, so fehlt der Bezug dieser Theile für das Bestehen des Ganzen.

Die Zusammensetzung der organischen Körper aus ungleichartigen Gliedern eines Ganzen nach dem Gesetze der Zweckmässigkeit lässt sogleich auch die Nothwendigkeit eines durchgreifenden Unterschiedes der äussern und innern Gestaltung der organischen Körper und Organe von den unorganischen Körpern einsehen. Wir bewundern in dem ganzen Thiere nicht allein den Ausdruck der waltenden Kräfte, wie die Krystallisation der Erfolg einer gewissen Kraft in einer binären Combination ist, sondern die Gestalt der Thiere und Organe zeigt auch wieder die vernünftig zweckmässige Anordnung für die Ausübung der Kräfte, eine prästabilirte Harmonie der Organisation mit den Fähigkeiten für den Zweck der Ausübung dieser Fähigkeiten des Ganzen, wie jeder Theil, z. B. das Auge, Gehörorgan, zeigt. Die Krystalle dagegen zeigen durchaus keine Zweckmässigkeit der Gestaltung für die Thätigkeit des Ganzen, weil der ganze Krystall nicht ein aus ungleichartigen Geweben zusammengesetztes zweckmässiges Ganze ist, sondern durch Aggregation gleichartiger Elemente oder Bildungstheile entsteht, welche denselben Gesetzen der krystallinischen Aggregation unterworfen sind. Daher wachsen auch die Krystalle durch äussere Aggregation an die zuerst gebildeten Theile, dagegen die verschiedene Organisation neben einander verbundener Theile in dem organischen Körper meist gleichzeitig ist, so dass das Wachsthum der organischen Körper von allen Partikeln der Substanz aus gleichzeitig geschieht, während die Vermehrung der Masse in unorganischen Körpern durch äussere Apposition geschieht. Sehr schöne weitere Vergleichungen zwischen der Organisation und Krystallisation hat E. H. Weber in seiner allgemeinen Anatomie gegeben.

Das Gesetz der organischen Gestaltung, Zweckmässigkeit, beherrscht nicht allein die Bildung ganzer Organe, sondern auch der einfachsten Elementargewebe, wie es sich denn in der Folge zeigen wird, dass die mannigfachen Formen absondernder Drüsengebilde nur auf der verschiedenen Art beruhen, wie eine grosse absondernde Fläche im kleinen Raume realisirt werden kann. Die Faserbildung der Muskeln ist nothwendig, wenn ein Organ in einer gewissen Richtung durch winkelförmige Kräuselung der Fasern kürzer werden soll, und so wird sich auch in der Physik der Nerven zeigen, dass ohne die Zertheilung der Nerven in eine gewisse Summe einfacher, nicht communicirender Primitivfasern örtliche Nervenwirkung, örtliche Empfindung unmöglich wäre. Dieselbe Zweckmässigkeit zeigt sich eben so nothwendig in der Organisation der Pflanzen. Da die Organe der Pflanzen weniger ungleichartig und zahlreich und weniger im Innern verborgen sind, sondern an der Oberfläche sich ausbreiten, und weil die Wechselwirkung mit der Aussenwelt weniger von einzelnen Punkten aus, als von der ganzen Oberfläche geschieht, so zeigt das Allgemeine der Pflanzenbildung eine mit vollkommner Zweckmässigkeit sich vermehrende Oberfläche in den mannigfaltigen Blattbildungen, und die einzelnen Formen der Oberflächenvermehrung

sind so reichlich, als sie die lebendigste Phantasie nicht erdenken kann, wie denn ein grosser Theil der Terminologie nur ein Versuch ist, logisch mit der Natur ein gleichlaufendes Schema der möglichen Flächenvermehrung durch Abänderung der Blätter und des Verhältnisses zu Stiel, Zweig, Ast, Stamm zu entwerfen. Das Einzige, was man in den organischen und unorganischen Körpern passend vergleichen kann, ist die Art, wie die Symmetrie in beiden verwirklicht ist. Die Krystalle haben symmetrische und asymmetrische Flächen, Winkel, Ecken. Auch die Thiere haben symmetrische und asymmetrische Theile, und die Gesetze der symmetrischen und asymmetrischen organischen Gestaltung zeigen ähnliche, mannigfaltige Abänderungen. Die Urform des thierischen Keimes ist z. B. eine rundliche platte Scheibe, der Hahnentritt im Vogelei, besser die Keimscheibe, *Blastoderma*, welche im Ei des Eierstocks nach den Untersuchungen von Purkinje und Baer ein Bläschen zu seyn scheint. Scheibenförmig zeigt sich der Keim auch bei Wirbellosen, wie ich bei *Planaria* gesehen. Die Form des Eies und Dotters darf man mit der Form des Keimes nicht verwechseln. Anders sind die ausgebildeten Formen. Wir unterscheiden z. B. einen strahlenförmig symmetrischen Typus in den Radiarien, mit gleichartigen Theilen um einen gemeinsamen Mittelpunkt, wobei das Asymmetrische bloss die Vorder- und Hinterseite der sternförmigen Organisation ist. Wir unterscheiden 2. die Symmetrie gleichartiger Theile auf einem ästigen Typus, wie in den Pflanzen die Blätter und Blüthen das sich wiederholende Symmetrische, die Polypen das Symmetrische auf dem verzweigten Polypenstamm sind. Wir unterscheiden 3. die reihenförmige Symmetrie in der Succession gleichartiger Theile von vorne nach hinten bei den Würmern, wo die asymmetrischen Theile nur Bauch und Rücken sind. 4. Endlich unterscheiden wir die doppelseitige Symmetrie in der bloss seitlichen Wiederholung gleicher Theile bei den höheren Thieren und beim Menschen, wo das Asymmetrische die hinter einander liegenden Organe, und die Asymmetrie von Bauch- und Rückenfläche sind. Bei vielen Thieren ist die seitliche Symmetrie zum Theil mit der successiven Symmetrie von vorne nach hinten verbunden, wie bei den höheren Thieren in den Wirbeln. Abgesehen davon, dass die Symmetrie und Asymmetrie der krystallisirten unorganischen Körper immer in ebenen Flächen und geraden Linien stattfindet, wovon sich das Gegentheil bei den organischen Körpern zeigt, so bleibt immer noch der grosse Unterschied, dass symmetrische und asymmetrische Theile der Krystalle eine einfache Zusammensetzung haben, dass dagegen die Theile, welche sich bei organischen Körpern symmetrisch wiederholen, selbst erst aus ungleichartigen Geweben zusammengesetzt sind. Welche Ursachen übrigens die angeführten verschiedenen Typen der organischen Symmetrie bedingen, und welche Gründe in dem Keime zuerst die Lage der Achsen z. B. für die doppelseitige Symmetrie, das Vorn und Hinten, und die Bauch- und Rückenseite in den höheren Thieren bestimmen, können wir eben so wenig ahnen, als die Ursachen der symmetrischen Krystallbildung. Die Organtheile des Orga-

nismus sind übrigens nie krystallinisch, und wenn auch einige Fettarten im reinen Zustande krystallisiren, so gilt diess nur, wenn sie den äusseren Einflüssen unterworfen und der Lebenskraft entzogen sind; eben so mit dem Zucker, dem Harnstoff, der Harnsäure. Die meisten Säfte und organischen Stoffe krystallisiren nicht einmal ausser dem lebenden Organismus. Der Rückgratskanal und die Schädelhöhle der Frösche enthalten um die Centraltheile des Nervensystems eine Lage von breiartiger weisser Materie, die nach Ehrenberg's und Huschke's Entdeckung aus mikroskopischen Krystallen von kohlensaurem Kalke besteht. An der Bauchhaut der Fische und im Silberglanze der Chorioidea der Fische hat Ehrenberg auch mikroskopische Krystalle aus einer organischen Materie entdeckt. Mueller's *Archiv für Anat. und Physiol. p.* 158.

Ich habe bis jetzt bloss die Eigenthümlichkeit der organischen Körper untersucht, dass sie organische Ganze sind, aus ungleichartigen Organen zusammengesetzt, welche den Grund ihrer Existenz in dem Ganzen haben, wie Kant sich ausdrückte. Die organische Kraft des Ganzen, welche die Existenz des Einzelnen bedingt, hat aber auch die Eigenschaft, dass sie die zum Ganzen nothwendigen Organe aus organischer Materie erzeugt. Einige haben geglaubt, das Leben oder die Thätigkeit der organischen Körper sey nur die Folge der Harmonie, des Ineinandergreifens gleichsam der Räder der Maschine, und der Tod sey durch eine Störung dieser Harmonie bedingt. Die Harmonie, dieses Ineinandergreifen findet offenbar statt; denn das Athmen in den Lungen ist die Ursache der Thätigkeit des Herzens, und die Bewegung des Herzens bringt in jedem Augenblick dem Gehirn das durch das Athmen veränderte Blut, wodurch das Gehirn alle übrigen Organe belebt, und wieder die Athembewegungen bedingt. Der äussere Impuls zu diesem Getriebe ist aber die atmosphärische Luft beim Athmen. Jede Verletzung einer dieser Haupttriebfedern in dem Mechanismus des organischen Körpers, jede grössere Verletzung der Lungen, des Herzens, des Gehirnes kann die Ursache des Todes werden, daher man sie die *Atria mortis* genannt hat. Allein diese Harmonie der zum Ganzen nothwendigen Glieder besteht doch nicht ohne den Einfluss einer Kraft, die auch durch das Ganze hindurch wirkt, und nicht von einzelnen Theilen abhängt, und diese Kraft besteht früher, als die harmonischen Glieder des Ganzen vorhanden sind; sie werden bei der Entwikkelung des Embryo's von der Kraft des Keimes erst geschaffen. Bei einem zweckmässig zusammengesetzten Mechanismus, z. B. einer Uhr, kann das zweckmässige Ganze eine aus der Zusammenwirkung der einzelnen Theile hervorgehende Thätigkeit zeigen, die von einer Ursache aus in Bewegung gesetzt wird; allein die organischen Wesen bestehen nicht bloss durch eine zufällige Verbindung ihrer Elemente, sondern erzeugen auch die zum Ganzen nothwendigen Organe durch ihre Kräfte aus der organischen Materie. Diese vernünftige Schöpfungskraft äussert sich in jedem Thiere nach strengem Gesetz, wie es die Natur jedes Thieres erfordert; sie ist in dem Keime schon vorhanden, ehe selbst die

späteren Theile des Ganzen gesondert vorhanden sind, und sie ist es, welche die Glieder, die zum Begriff des Ganzen gehören, wirklich erzeugt. Der Keim ist das Ganze, *Potentia*, bei der Entwikkelung des Keimes entstehen die integrirenden Theile des Ganzen *actu*. Wir sehen diess Werden des Einzelnen aus dem potentiellen Ganzen vor unseren Augen bei der Beobachtung des bebrüteten Eies. Alle Theile des Eies sind bis auf die Keimscheibe, *Blastoderma*, nur zur Nahrung des Keimes bestimmt; die ganze Kraft des Eies ruht nur in der Keimscheibe, und da äussere Einwirkungen für die Keime der verschiedensten organischen Wesen gleich sind, so muss man die einfache, aus körnigem formlosem Stoffe bestehende Keimscheibe als das *potentielle* Ganze des spätern Thieres betrachten, begabt mit der wesentlichen und specifischen Kraft des spätern Thieres, fähig, das Minimum dieser specifischen Kraft und Materie durch Assimilation der Materie zu vergrössern. Dieser Keim breitet sich zur Keimhaut aus, welche den Dotter umwächst, und die Organe des Thieres entstehen durch Umwandlung des Keimes, indem zuerst die Elemente des Nervensystems, des Darmschlauchs, des Gefässsystems entstehen, und selbst wieder aus den Elementen der organischen Systeme die Details der Organisation sich immer weiter ausbilden, so dass man die erste Spur der Centraltheile des Nervensystems weder für Gehirn, noch für Rückenmark, sondern für das noch potentielle Ganze der Centraltheile des Nervensystems halten muss. Auf gleiche Art entstehen die Theile des Herzens sichtbar aus einem gleichartigen Schlauche, und die erste Spur des Darmschlauches ohne Speicheldrüsen, Leber, ist mehr als Darmschlauch, sondern das potentielle Ganze des Digestionsapparates, weil Leber, Speicheldrüsen, wie Pancreas, wie von Baer zuerst entdeckt hat, aus dem, was man für Rudiment des Darmschlauches hält, wirklich sich durch weitere Vegetation sichtbar entwickeln. Es kann jetzt nicht mehr bezweifelt werden, dass der Keim nicht die blosse Miniatur der späteren Organe ist, wie Bonnet und Haller glaubten, sondern dass der Keim das von der specifischen organischen Kraft beseelte und bloss *potentielle* Ganze ist, welches *actu* sich entwikkelt und die Glieder zur Thätigkeit des Ganzen neben einander erzeugt. Denn der Keim selbst ist nur formlose Materie und die ersten Rudimente der Organe werden nicht durch Vergrösserung erst sichtbar, sondern ihr erstes Erscheinen ist deutlich, und die Rudimente sind sogleich schon ziemlich gross, aber einfach, so dass wir aus der Umgestaltung des einfachen Organes die spätere Zusammensetzung desselben entstehen sehen. Diese Bemerkungen sind heut zu Tage keine Meinungen mehr, sondern *Facta*, und nichts ist deutlicher als die Entstehung der Drüsen aus dem Darmschlauch, die Entstehung des Darms aus dem sich absondernden Theile der Keimhaut. Hätte Ernst Stahl diese Thatsachen gekannt, so würde er noch mehr in seiner berufenen Ansicht gestärkt worden seyn, dass die vernünftige Seele selbst das *primum movens* der Organisation, dass sie selbst der letzte und einzige Grund der organischen Thätigkeit sey, dass die Seele ihren Körper nach den Gesetzen ihrer Wirksamkeit zweckmässig baue und

erhalte, und dass durch ihre organische Thätigkeit die Heilung der Krankheiten geschehe. STAHL's Zeitgenossen und Nachfolger haben diesen grossen Mann zum Theil nicht verstanden, wenn sie glaubten, nach seiner Ansicht sollte die Seele, welche vorstellt, mit Bewusstseyn und Absicht, auch die Organisation betreiben. STAHL's Seele ist die nach vernünftigem Gesetz sich äussernde Kraft der Organisation selbst. Allein STAHL ist darin zu weit gegangen, wenn er die mit Bewusstseyn verbundenen Seelenäusserungen in gleichen Rang mit der zweckmässig, aber nach blinder Nothwendigkeit sich äussernden Organisationskraft stellte. Die organisirende Kraft, die nach ewigem Gesetz die zum Bestehen des Ganzen nöthigen Glieder erzeugt und belebt, residirt wohl nicht in einem Organ; sie äussert sich in der Ernährung noch bei der hirnlosen Missgeburt bis zur Geburt; sie verändert das schon vorhandene Nervensystem wie alle übrigen Organe bei der sich verwandelnden Insectenlarve, so dass dann mehrere Knoten des Nervenstranges verschwinden und andere sich vereinigen, sie bewirkt, dass bei der Umwandlung des Frosches das Rückenmark sich verkürzt, in dem Maasse, als der Schwanz seine Organisation verliert und die Nerven der Extremitäten entstehen. Die bewusstlos wirkende zweckmässige Thätigkeit wirkt auch in den Erscheinungen des Instinctes. CUVIER sagt davon sehr schön und verständlich, dass die Thiere beim Instinct gleichsam von einer angebornen Idee, von einem Traum verfolgt werden. Allein dasjenige, was diesen Traum erregt, kann nur die nach vernünftigen Gesetzen wirkende organisirende Kraft, die Endursache eines Geschöpfes selbst seyn. Diese ist vor allen Organen im Keim vorhanden, und scheint daher auch im Erwachsenen an kein Organ gebunden; das Bewusstseyn dagegen, welches keine organischen Producte erzeugt, sondern nur Vorstellungen bildet, ist ein spätes Erzeugniss der Entwickelung selbst und an ein Organ gebunden, von dessen Integrität das Bewusstseyn abhängt, wenn das *primum movens* zweckmässiger Organisation selbst in der hirnlosen Missgeburt noch fortwirkt. In den Pflanzen fehlt das Bewusstseyn mit dem Nervensystem, während die nach dem Urbilde der Pflanzenspecies wirkende Kraft der Organisation vorhanden ist. Man darf daher die organisirende Kraft nicht mit etwas dem Geistesbewusstseyn Analogen, man darf ihre blinde nothwendige Thätigkeit mit keinem Begriffbilden vergleichen. Unsere Begriffe vom organischen Ganzen sind blosse bewusste Vorstellungen. Die organische Kraft dagegen, die Endursache des organischen Wesens, ist eine die Materie zweckmässig verändernde Schöpfungskraft. Organisches Wesen, Organismus, ist die factische Einheit von organischer Schöpfungskraft und organischer Materie. Ob beide jemals getrennt gewesen seyen, ob die schaffenden Urbilder, die ewigen Ideen PLATON's, wie er im *Timaeus* deutete, zu irgend einer Zeit zur Materie gelangt sind, und sich von da an in jedem Thiere und jeder Pflanze fortan verjüngen, ist kein Gegenstand des Wissens, sondern der unerweislichen Mythen, Traditionen, die uns die Grenze unseres blossen Bewusstseyns deutlich genug anzeigen. Das Thatsächliche ist, dass jede Thierform, jede Pflan-

zenform sich unabänderlich durch ihre Producte erhält, und dass es bei einer ungefähr berechneten Anzahl von so vielen tausend Pflanzen und Thierarten keine wahren Uebergänge von einer Art zur andern, von einer Gattung zur andern giebt; jede Familie der Pflanzen, der Thiere, jede Gattung, jede Art ist an gewisse physische Bedingungen ihrer Existenz auf der Erde, an eine gewisse Temperatur und bestimmte physisch-geographische Verhältnisse gebunden, für welche sie gleichsam erschaffen. In dieser unendlichen Mannigfaltigkeit der Geschöpfe, in dieser Gesetzmässigkeit der natürlichen Klassen, Familien, Gattungen und Arten, äussert sich eine das Leben auf der ganzen Erde bedingende gemeinsame Schöpfungskraft. Aber alle diese Arten des Organismus, alle diese Thiere, die gleichsam eben so viele Arten, die umgebende Welt mit Empfindung und Reaction zu geniessen, sind, sind von dem Zeitpunkte ihrer Schöpfung selbstständig; die Art vergeht mit der Ausrottung der productiven Individuen, die Gattung ist nicht mehr fähig, die Art zu erzeugen, die Familie nicht fähig, die Gattung herzustellen. Thierarten sind im Verlaufe der Erdgeschichte durch Revolutionen der Erdrinde untergegangen und in den Trümmern vergraben; sie gehören theils ausgestorbenen, theils noch lebenden Gattungen an.

Das Studium der aufeinander liegenden Erdschichten, worin die Reste organischer Geschöpfe vorkommen, scheint zu beweisen, dass nicht alle Wesen, welche ihre Reste auf der Erde zurückgelassen, zugleich auf der Erde gelebt haben, dass die einfachen Geschöpfe auch zuerst die Erde bewohnt haben, und die Reste der höheren Thiere und besonders des Menschen kommen nicht in den tieferen Lagern solcher Niederschläge vor, welche organische Reste enthalten. Aber keine Thatsache berechtigt uns zu Vermuthungen über den erstern oder spätern Ursprung der Geschöpfe, keine zeigt uns die Möglichkeit, alle diese Verschiedenheiten durch Umwandlung zu erklären, da alle Geschöpfe die ihnen gegebene Form unabänderlich erhalten.

Die factische Einheit der organisirenden Kraft und der organisirten Materie liesse sich besser begreifen, wenn es sich beweisen liesse, dass die organisirende Kraft und alle Lebenserscheinungen erst die Folge, der Ausdruck, die Eigenschaft einer gewissen Combination der Elemente, die Folge der Mischung seyen. Der Unterschied der belebten und unbelebten organischen Materie bestände dann darin, dass in der letztern der Mischungszustand der Elemente verändert worden. In der That hat Joh. C. Reil den kühnen Versuch einer solchen Darstellung in seiner berühmten Abhandlung über die Lebenskraft, Reil's *Archiv für die Physiologie, I. Bd.*, gemacht, welche Einige, wie Rudolphi, als ein Meisterstück betrachten, wie allein die Anfangsgründe der Physiologie gelegt werden müssen. Reil leitet den Grund der organischen Erscheinungen von der ursprünglichen Verschiedenheit der der Mischung und Form organischen Körper ab. Verschiedenheit der Mischung und Form sind nach ihm die Ursachen aller Verschiedenheit der organischen Körper und ihrer Kräfte. Werden zwei Principien, Mischung und Form, anerkannt,

so bleibt die Aufgabe ungelöst, und es frägt sich jetzt wieder, wie die Mischung zur Form, die Form zur Mischung kam. Dass aber die Form der organischen Materie die Art ihrer Wirkungen nicht ursprünglich bestimmt, zeigt sich darin unwiderleglich, dass die organische Materie, aus welcher alle Formen entstehen, anfangs fast formlos ist. Der Keim ist bei allen Wirbelthieren und wahrscheinlich auch bei den Wirbellosen, wie wir es von einigen wissen und ich es von *Planaria* beobachtet habe, eine runde Scheibe einfacher Materie; wo ist hier die Verschiedenheit der Form bei der Verschiedenheit der Thiere? Anderseits wird die Form der unorganischen Körper immer erst durch ihre Elemente oder die Combination der Elemente bestimmt. Auch giebt diess Reil selbst wieder zu; denn er sagt p. 17: „Form der Materie ist schon eine Erscheinung, die in einer andern, nämlich in der Wahlanziehung der Grundstoffe und ihrer Producte, gegründet ist.“ Hieraus würde folgen, dass, wenn die Mischung allein die Ursache der organischen Kräfte wäre, die Mischung selbst zugleich das formende Princip wäre. Da nun die Mischung in den der organischen Kräfte beraubten organischen Körpern unmittelbar nach dem Tode nicht von der Mischung der Elemente während des Lebens verschieden scheint, so musste Reil annehmen, dass es noch feinere, von der chemischen Analyse nicht erkennbare Materien gebe, welche in dem belebten organischen Körper noch vorhanden seyen, in dem todten aber fehlen. Es muss allerdings in die Zusammensetzung der Stoffe im lebenden Körper noch ein unbekanntes, im Reil'schen Sinne feineres, materielles Princip eingehen, oder die organische Materie muss durch die Wirkung unbekannter Kräfte die damit verbundenen Eigenthümlichkeiten erhalten. Ob man sich diess Princip als imponderable Materie, oder als Kraft zu denken habe, ist eben so ungewiss, wie dieselbe Frage bei mehreren wichtigen Erscheinungen in der Physik, und die Physiologie ist hier nicht hinter den übrigen Naturwissenschaften zurück; denn die Eigenschaften dieses Princips sind in den Wirkungen der Nerven bald eben so gut bekannt, als die des Lichtes, der Wärme, der Electricität in der Physik. Auf jeden Fall ist die Beweglichkeit dieses Princips gewiss. Wir erkennen die räumliche Ausbreitung dieses Princips in unendlich vielen Lebenserscheinungen. Wir sehen, dass steif gefrorne, der Empfindung und Bewegung beraubte Theile von der Grenze der belebten Theile allmählig belebt werden, wir sehen diese Mittheilung noch deutlicher nach dem aufgehobenen Druck eines Nerven, der das sogenannte Einschlafen der Glieder bewirkt hatte. Wir sehen den in der Entzündung von der Oberfläche des Organes ausgeschwitzten Faserstoff belebt und organisirt werden. Die organische Kraft wirkt über die Grenze der Organe hinaus bei der Umwandlung der thierischen Materie in den Gefässen, bei der Umwandlung des Chymus und Chylus, der in den Lymphgefässen bei seinem Weiterrücken neue Eigenschaften erhält; sie wirkt von den Wänden der Blutgefässe aus auf das Blut und bedingt dessen Flüssigkeit, während das Blut ausser den Gefässen fast unter allen Bedingungen gerinnt, wenn es nicht zersetzt wird.

Endlich erwähne ich mit Autenrieth die Fähigkeit der thierischen Theile, wodurch ihnen bald Lebenskraft entzogen, bald mitgetheilt wird, und wodurch sich die Lebenskraft oft schnell in einem Organe anhäuft. Ich glaube nicht, dass die Wirkung der Lebenskraft in dem nicht bebrüteten Ei den Dotter und das Eiweiss vor Fäulniss schützt, wie Hunter bemerkt, aber sogar eine ausgetretene oder eingeschlossene oder krankhaft angesammelte Flüssigkeit, selbst zersetzter Thierstoff, Eiter, wird länger im lebenden Körper, als ausser ihm vor Fäulniss bewahrt, was nicht bloss das Abschliessen von der Luft verursacht, da sonst bei gesunkenen Kräften oft schnell Blut und Eiter im Körper sich zersetzen. Autenrieth *Physiol.* 1. So gewiss nun mit allen diesen Thatsachen die Existenz einer oft schnell wirkenden und räumlich sich ausbreitenden Kraft oder eines imponderablen Stoffes ist, so wenig ist man berechtigt, denselben mit den bekannten imponderablen Materien oder allgemeinen Naturkräften, Wärme, Licht, Electricität, für identisch zu halten, eine Vergleichung, die vielmehr durch jede nähere Untersuchung widerlegt wird. Die Untersuchungen über den sogenannten thierischen Magnetismus schienen Anfangs einiges Licht über diese räthselhafte Kraft oder imponderable Materie zu verbreiten. Man glaubte, dass Bestreichen eines Menschen durch einen andern, Händeauflegen und dergleichen, merkwürdige Wirkungen hervorbringe, die von einem Ueberströmen des sogenannten thierischen magnetischen Fluidums herrühren; ja Einige haben dieses hypothetische Fluidum sogar durch gewisse Vorrichtungen anzuhäufen geglaubt. Diese Geschichten sind indess ein bedauernswerthes Irrsal von Lug und Trug und Aberglauben geworden, und es hat sich nur gezeigt, wie unfähig die meisten Aerzte zu einer empirischen Untersuchung sind, und wie wenig sie eine Vorstellung von einer Prüfung haben, die in den übrigen Naturwissenschaften zur allgemeinen Methode geworden ist. Kein einziges Factum existirt über diesen Gegenstand unzweifelhaft, als die Gewissheit unendlicher Täuschungen; in der Empirie der Arzneikunde zeigt sich auch keine Thatsache, welche sich mit diesen wunderbaren Dingen in Verbindung bringen liesse, als jene oft wiederholten, aber auch der Bestätigung bedürfenden Berichte von der Heilung gelähmter Menschen, deren Glieder man in frisch geschlachtete Thiere gehüllt, und die gerne geglaubten Mährchen von Verjüngung der Alten und Kränklichen in dem Umgang und in der Ausdünstung gesunder Kinder, und umgekehrt.

So viel wir jetzt gesehen haben, bestehen die organischen Körper aus Materien, welche eine eigene, in der unorganischen Natur nicht vorkommende, nämlich ternäre, quaternäre oder noch mehrfache Combination der Elemente zeigen; diese Combinationen erzeugen sich nur in den organischen Körpern, so lange sie thätig sind oder leben. Die organischen Körper bestehen ferner aus Organen, d. i. qualitativ verschiedenen Gliedern des Ganzen, die den Grund ihrer Erhaltung in dem Ganzen haben; sie bestehen nicht allein daraus, sondern sie erzeugen aus eigener Kraft diese Glieder des Ganzen; das Leben ist daher keine blosse Folge

der Harmonie und Wechselwirkung dieser Glieder, sondern beginnt sich zu äussern mit einer in der Materie des Keimes wirkenden Kraft, oder imponderabeln Materie, welche in die Zusammensetzung derselben eingeht und der organischen Combination Eigenschaften mittheilt, die mit dem Tode aufhören.

Das Wirken der organischen Kraft ist aber nicht unbedingt. Die zum Leben nothwendige Mischung und Kraft kann vorhanden seyn und sich doch nicht durch Lebenserscheinungen äussern, und dieser ruhige Zustand der organischen Kraft, wie er in dem unbebrüteten befruchteten Keime des Eies, im Pflanzenei, so lange es nicht keimt, stattfindet, muss wohl von dem Tode unterschieden werden. Es ist auch nicht Leben, sondern specifische Lebensfähigkeit. Das Leben selbst, die Aeusserung der organischen Kraft, beginnt mit der Einwirkung gewisser Bedingungen des Lebens, wie der Wärme, der atmosphärischen Luft, bei den Eiern, die im Wasser ausgebrütet werden, der im Wasser aufgelösten Luft, und der Zufuhr befeuchteter Nahrungsstoffe, also des Nahrungsstoffes und Wassers, und diese Bedingungen bleiben für das Leben nothwendig, so lange es sich äussern soll.

Das Thier- und Pflanzenei bleibt nur so lange Keim, als es vollkommen ruhig in keiner Wechselwirkung mit der Aussenwelt erhalten wird; es bleibt dann entwicklungsfähig, und die schaffende Kraft des Keimes erhält sich, aber sie bleibt ruhig, ohne sich zu äussern. So können Eier der Thiere ihre Entwickelungsfähigkeit lange behalten, wenn sie nur der Einwirkung der Luft und Wärme entzogen werden. So erhält sich die Keimkraft vieler Insecteneier im Winter, und Eier von Insecten der überseeischen Länder kommen in botanischen Gärten Europa's aus, wie ich davon selbst ein Beispiel kenne. So soll sich die Keimkraft der Samen vieler phanerogamischen Pflanzen unter Wasser bis 20 Jahre, unter der Erde ausser aller Einwirkung der atmosphärischen Luft bis 100 Jahre erhalten. *Ann. d. Sc. nat. T. V.* 380. Treviranus führt Beobachtungen von van Swieten an, dass Mimosenkörner nach 80, und Bohnen nach 200 Jahren noch gekeimt hatten, und citirt eine andere Beobachtung, dass man sogar eine vielleicht 2000 Jahre alte Zwiebel aus der Hand einer Aegyptischen Mumie noch zum Treiben gebracht habe. Treviranus *Erscheinungen u. Gesetze des organischen Lebens. p.* 47. Sobald aber jene Einflüsse der äussern Natur einwirken, entwickelt sich entweder der Keim, wenn er zur Entwicklung geeignet ist, oder der Keim fault, wie dann auch der schon entwickelte Organismus, wenn die zur weitern Entwickelung nöthigen äusseren Bedingungen fehlen, entweder scheintodt wird, wie im Winterschlaf, oder ganz abstirbt. Die ruhende Lebenskraft des Keimes bedarf also zwar keiner äusseren Reize zu ihrem ruhigen Fortbestehen, wohl aber das entwickelte und sich äussernde Leben.

Die zum Leben nothwendigen äusseren Bedingungen, Wärme, Wasser, atmosphärische Luft und Nahrungsstoff, bringen, indem sie das Leben unterhalten, beständig Stoffveränderungen in den organischen Körpern zu Stande, so dass sie sich mit den organischen Körpern verbinden, während Bestandtheile der organischen

Körper wieder zersetzt und ausgeschieden werden. Man hat diese Einwirkungen *Reize* oder *Lebensreize* genannt; man muss sie indessen von vielen anderen zufälligen Reizen wohl unterscheiden, welche zum Leben nicht nothwendig sind, und man muss sich nur immer vorstellen, dass diese Lebensreize die Erscheinungen des Lebens durch materielle Veränderungen, Austausch ponderabeler und imponderabeler Materien bewirken, indem sie beständig die zum Leben nothwendige Mischung der Säfte, z. B. des Blutes, unterhalten, und das durch die Lebensreize veränderte Blut wieder alle Organe reizt, d. h. organische, zur Aeusserung des Lebens nothwendige, materielle Veränderungen, Austausch ponderabeler und imponderabeler Materien in ihnen hervorbringt, die zugleich mit einer Zersetzung schon vorhandener Bestandtheile der Organe und mit Ausscheidung derselben verbunden sind. Auch die Nerven der Thiere bewirken wichtige materielle Veränderungen in den Organen, und das in denselben wirkende, wahrscheinlich imponderable Agens ist ein wichtiger innerer Lebensreiz. Man hat diese Eigenschaft aller organischen Körper, durch die genannten Lebensreize gewisse zur Aeusserung des Lebens nothwendige beständige materielle Umwandlungen zu erleiden, *incitabilitas*, Reizbarkeit, genannt. Diese Reize sind gleichsam der äussere Impuls für den Gang des Räderwerks der ganzen Maschine; so unpassend der Vergleich mit einem Mechanismus auch seyn mag, die organische Kraft, welche in den organischen Körpern den zum Leben nothwendigen Mechanismus erschafft, ist doch keiner Acte ohne diesen äussern Impuls und ohne beständige materielle Umwandlungen mit Hülfe der äusseren sogenannten Lebensreize fähig. Richerand hat daher die Aeusserungen des Lebens nicht uneben mit den Erscheinungen der Verbrennung und der Flamme verglichen. Die Erscheinung des Feuers dauert nur so lange, als die zur Verbrennung nöthigen Combinationen und Trennungen stattfinden; der Sauerstoff verbindet sich mit dem brennenden Körper, Wärme wird entwickelt, und so lange Sauerstoff und brennbare Materien zugeführt werden, dauern die Phänomene des Feuers. Ich bin weit entfernt, das Leben als von einer Verbrennung abhängig zu machen, ich will nur sagen, dass hier, wie dort, gewisse beständige Combinationen und Zersetzungen der Materie die Erscheinungen dort der Verbrennung und Lichterscheinung, hier die Erscheinungen der organischen Kraft hervorbringen, dass die Lebensreize für die organischen Körper dasselbe sind, was der Sauerstoff der Atmosphäre und das brennbare Material für die Erscheinung des Feuers, wo man den Sauerstoff doch nicht den Reiz der Flamme nennt, und dass der Name Reiz, Lebensreiz, ohne sich die dadurch veranlassten materiellen Veränderungen dabei zu denken, ohne beständige neue Bindung und Ausscheidung ponderabeler und imponderabeler Materien ein leerer, und sogar falscher Begriff ist. Man muss nur immer bedenken, dass die durch die Lebensreize bewirkten materiellen Veränderungen, obgleich Stoffe der unorganischen Natur dabei wirken, nicht wieder binäre Verbindungen im Organismus erzeugen, sondern nur binäre Verbindungen als zersetztes, wie Kohlensäure,

ausscheiden, während der beim Athmen zum Theil an das Blut tretende Sauerstoff das Blut verändert, und das veränderte Blut in den mit der organischen Kraft begabten Organen ganz andere materielle Veränderungen hervorbringen muss, als man sie sich in einem todten Körper zu denken hat.

Diese allgemeinen Bedingungen des Lebens, die Lebensreize, oder *integrirenden* Reize, sind für Pflanzen und Thiere gemein; für die Pflanzen insbesondere ist auch das Licht unentbehrlicher belebender Reiz, für die thierischen Körper ist es (obgleich Entziehung des Lichteinflusses scrophulös und rhachitisch macht), weniger unmittelbar nothwendig, wie viele Thiere, namentlich die Eingeweidewürmer, beweisen, und dessen Mangel wirkt auf die thierischen Organismen nur mehr in sofern schädlich ein, als es die anderen Lebensbedingungen modificirt. Für die Thiere ist als unentbehrliche Lebensbedingung, nicht bloss Aufnahme neuer Materien, sondern auch vorzugsweise schon organisirter Materien zu nennen, während die Pflanzen organisirte Materien theils in binäre Verbindungen zerlegt als Nahrung aufnehmen, und binäre in ternäre Verbindungen verwandeln. Sonst ist die Nothwendigkeit von neuer Materie, Wärme, Wasser und atmosphärischer Luft für die Entwickelung der organischen Wesen, ihr Fortbestehen und ihr Wachsthum eine ganz unbedingte. Man hat sehr geirrt, indem man diese *belebenden Reize* mit anderen Reizen zusammengestellt hat, welche in die Zusammensetzung der organischen Körper nicht wesentlich eingehen, und ihre Kräfte nicht vermehren. Ein mechanischer Reiz, welcher den Zustand einer empfindlichen Haut modificirt, z. B. Druck, bewirkt zwar eine Lebenserscheinung, Empfindung, aber belebt nicht und verstärkt nicht die organischen Kräfte; dagegen tragen die zum Leben unbedingt nothwendigen Reize zu der Bildung der organischen Materie selbst wesentlich bei. Die Nahrungsmittel für's Erste sind nicht allein Reize der organischen Körper, sondern selbst lebensfähig, sie sind Reize, welche beleben und selbst belebt werden können. Der Mensch entbehrt sie ohne tödtliche Folgen im gesunden Zustande kaum länger als eine Woche, die höheren Thiere entbehren sie ohne tödtliche Folgen nicht mehrere Wochen lang, die Amphibien hat man dagegen Monate lang fasten gesehen, wie von Schlangen und Schildkröten vorzüglich bekannt ist. Das Wasser, mag es in die organischen Verbindungen als solches eingehen, oder seine Elemente zu den organischen Verbindungen beitragen, ist auch in seinem ungebundenen Zustande zur Aeusserung des Lebens durchaus nothwendig, weil die thierischen Theile ohne im Zustande der Aufweichung von Wasser zu seyn, keines Lebens fähig sind. Die atmosphärische Luft endlich ist eine für die Lebenserscheinungen so nothwendige Bedingung, dass das Leben der höheren Thiere keinen Augenblick besteht ohne Athmen, ohne die mit dem Athmen verbundenen Veränderungen des Blutes und ohne den Einfluss dieses Blutes auf die Organe. Die Zufuhr der Nahrungsmittel kann eine geraume Zeit lang fehlen, z. B. bei den Amphibien, die Aufnahme von neuen Nahrungsstoffen aus dem Blute in die Organe fehlen, aber jene andere Veränderung, welche das Blut in

den Organen durch das Athmen hervorbringt, kann bei den Amphibien nur eine kurze Zeit, und bei den Menschen nur einige Secunden fehlen. Die Wärme endlich, vorzüglich dann wichtig, wenn das thierische Wesen Anfangs selbst noch keine Wärme zu bilden vermag, überhaupt aber für alle organische Wesen, Pflanzen und Thiere unentbehrlich, scheint auch in die Zusammensetzung der organischen Wesen einzugehen. Denn die organischen Processe erfordern bei jedem Thiere und bei jeder Pflanze eine bestimmte Temperatur; wir wissen auch, dass chemische Processe binärer Verbindungen, indem sie eine gewisse Temperatur erfordern, ein bestimmtes Quantum Wärme für die Bildung neuer Verbindungen absorbiren. Unter dem Einflusse jener Bedingungen, Nahrungsstoff, Wasser, atmosphärische Luft und Wärme, entwickelt sich das organische Wesen aus dem Keim von selbst, indem beständig vorhandene organische Materie zersetzt wird und die Lebenserscheinungen selbst die Erscheinungen der beständigen Bindung neuer Stoffe und Zersetzung vorhandener, so wie der Veränderungen in der organisirten Materie sind. Ob auch Electricität zur Entwickelung des Lebens nothwendig ist, ist uns noch ganz unklar.

Nun zeigt sich aber sogleich eine verschiedene Abhängigkeit der lebenden Wesen gegen verschiedene Lebensreize. EDWARDS hat beobachtet, dass neugeborne warmblütige Thiere am meisten äussere Wärme nöthig haben, und ohne dieselbe nicht leben können, während diese Thiere viel länger ohne zu athmen lebend unter Wasser zubringen, als erwachsene. Ihre Fähigkeit im Wasser auszudauern, nimmt mit der Temperatur des Wassers von 0—20° zu, bleibt von 20—30° und vermindert sich von 30—40° des Wassers. EDWARDS *de l'influence des agens physiques sur la vie.* Paris 1824. FRORIEP's *Not.* 150, 151. Vergl. LEGALLOIS *exp. sur le principe de la vie.* Das erwachsene Thier ist durch die Lebensverhältnisse seiner Art und Gattung auf eine gewisse äussere Temperatur und daher auf eine gewisse geographische Verbreitung zu seinem Gedeihen angewiesen. Die Dauer der Reizbarkeit ohne Lebensreiz steht im Allgemeinen im umgekehrten Verhältniss mit der Organisation. Die einfachsten Thiere entbehren diese Reize am längsten. Mollusken, Insecten hat man Monate lang ohne Nahrung gesehen. Man sehe das ähnliche Beispiel vom Scorpion in meiner Abhandlung, MECKEL's *Archiv* 1828. Schlangen und Schildkröten leben Monate lang ohne Nahrung, während der Mensch im gesunden Zustande kaum über eine Woche hungernd ausdauert. Mehrere Insecten leben Tage lang in mephitischen Gasarten, die *Oestrus*larve z. B. lange Zeit in irrespirabler Luft nach den Versuchen von SCHROEDER VAN DER KOLK. Mollusken hat man 24 Stunden unter der Luftpumpe erhalten. Die Amphibien leben sehr lange ohne zu athmen, in luftlosem Wasser, nach SPALLANZANI und EDWARDS z. B. einige Stunden, in lufthaltigem Wasser 10—20 Stunden, und Frösche, denen ich die Lungen exstirpirt, lebten noch 30 Stunden. Indessen gehören die vielen Erzählungen von lebend gefundenen Kröten u. s. w. in Marmorblöcken, in Bäumen, wohl zu den Täuschungen und zum physikalischen Aberglauben, wenn gleich

Herissant und Edwards Amphibien in Gyps eingeschlossen, einige Zeit lebend erhielten. Edwards hat sich überzeugt, dass Gyps für atmosphärische Luft durchdringlich ist, daher Amphibien in Gyps und Quecksilber eingeschlossen so schnell wie bei der Submersion in Wasser starben. Edwards in Meckel's *Archiv.* 3. 617. Vergl. Buckland Froriep's *Notizen.* 33. Bd. Die Complication der Organbildung erhöht das abhängige Verhältniss der Organe von einander, daher einfache Thiere nach Verletzungen länger leben als höhere Thiere. Der Scheintod lässt bei niederen Thieren viel leichter Wiederaufleben zu. Spallanzani und Fontana sahen vertrocknete Räderthierchen selbst nach langer Zeit durch Wasser wieder aufleben, was Ehrenberg läugnet. Dasselbe haben Steinbuch und Bauer von den Vibrionen der kranken Samen des Weizens und einer *Agrostis* gesehen, als die Samen nach Jahren wieder befeuchtet wurden. Die grössten Verletzungen lassen bei Amphibien noch lange Zeit Zeichen des Lebens zurück, und bekannt ist die lange dauernde Reizbarkeit in Muskeln und Nerven dieser Thiere. Auch bei jungen Thieren sind wahrscheinlich wegen der grössern Einfachheit die Lebenszeichen ausdauernder. Ich habe die Muskelreizbarkeit in getödteten Embryonen von Kaninchen länger dauern gesehen, als in erwachsenen Kaninchen; ich sah lebende Kaninchen-*Foetus,* aus dem *Uterus* genommen, 15 Minuten in der Luftpumpe ausdauern. Legallois hat hierüber schöne Versuche angestellt. Es geht daraus hervor, dass, wenn man Thiere nach der Geburt am 1. 5. 10. und so fort bis 30. Tage durch Untertauchen in Wasser, Ausschneiden des Herzens, Eröffnung der Brust zu tödten sucht, die Dauer der Sensibilität alle 5 Tage kürzer wird, so dass sie z. B. nach der Geburt 15 Min., am 30. Tage $2\frac{1}{2}$ Min. beträgt. Dasselbe beobachtete Legallois in Hinsicht der Dauer des Kreislaufs nach Zerschneidung der Medulla spinalis, Amputation des Kopfes. Alle diese Erscheinungen erklären sich völlig aus dem Satze, dass, je entwickelter die Theile eines Ganzen sind, desto abhängiger sie von einander seyn müssen.

Nun bleibt uns noch die *Vergänglichkeit* der organischen Körper und der organischen Materie zu untersuchen übrig.

Die organischen Körper sind vergänglich, indem sich das Leben mit einem Schein von Unsterblichkeit von einem zum andern Individuum erhält, vergehen die Individuen selbst, aber mit der Vertilgung aller Individuen stirbt auch eine Pflanzen- oder Thierspecies aus, wie die Geschichte der Erde beweist. Die organische Kraft ergiesst sich gleichsam in einem Strom von den producirenden Theilen aus in immer neue producirte, während die alten absterben. Diess hat Autenrieth schön geschildert. Autenrieth sagt: „Nur diejenigen organischen Körper, welche durch Ausläufer, wie die kriechenden Pflanzen, oder wie manche Bäume durch abwärts gesenkte Zweige immer wieder neue Wurzeln schlagen, sterben nicht. Bei diesen ist in einer gewissen Zeit der neue Sprosse jedesmal zugleich ein Theil des alten organischen Körpers und ein neuer für sich bestehender. Immer aber stirbt auch bei diesen Pflanzen der alte Stamm nach und nach ab, und

die Lebenskraft wirkt nur in dem neuen Sprossen fort, der auf der einen Seite ebenfalls sich wieder verlängert, um auf der andern Seite immer wieder abzusterben. Was hier in einem Zusammenhange geschieht, nämlich das Absterben auf einer Seite und die Bildung eines neuen fortlebenden Körpers auf der andern, das geschieht abgebrochen beim Menschen und den vollkommenen Thieren. Das Kind löst sich als neuer fortdauernder Körper von der Mutter früher ab, als diese stirbt, und diese stirbt auf einmal, während die *Species* unsterblich scheint.“ Autenrieth *Physiol.* 1. 112. Die Frage, warum die organischen Körper vergehen, und warum die organische Kraft aus den producirenden Theilen in die jungen lebenden Produkte der organischen Körper übergeht und die alten producirenden Theile vergehen, ist eine der schwierigsten der ganzen allgemeinen Physiologie, und wir sind nicht im Stande, das letzte Räthsel zu lösen, sondern nur den Zusammenhang der Erscheinungen darzustellen. Es würde ungenügend sein, hierauf zu antworten, dass die unorganischen Einwirkungen das Leben allmählig aufreiben; denn dann müsste die organische Kraft vom Anfang eines Wesens schon abzunehmen anfangen. Es ist aber bekannt, dass die organische Kraft zur Zeit der Mannbarkeit noch in solcher Vollkommenheit besteht, dass sie sich in der Keimbildung multiplicirt. Es muss also eine ganz andere und tiefer liegende Ursache seyn, welche den Tod der Individuen bedingt, während sie die Fortpflanzung der organischen Kraft von einem Individuum zum andern und auf diesem Wege ihre Unvergänglichkeit sichert. Man könnte auch behaupten, dass die zunehmende Gebrechlichkeit der organischen Körper im Alter durch die zunehmende Anhäufung gewisser zersetzter Stoffe in ihnen entstehe, deren Wahlverwandtschaft sich mit der Lebenskraft in Gleichgewicht setzte; allein auch dann müsste die organische Kraft von Anfang an abnehmen. So erklärt Dutrochet das Alter aus der zunehmenden Anhäufung von Sauerstoff im thierischen Körper. Allein dieser Anhäufung fehlt der Beweis. Wir sind hier bloss im Stande, den Zusammenhang der Erscheinungen mit der Entwickelung darzustellen. Vergleicht man den Keim eines organischen Wesens mit seinem Zustand im höchsten Alter, so besteht das Ganze, welches nach Kant die Existenz der einzelnen Theile bedingt, im höchsten Alter fast bloss in der Wechselwirkung der einzelnen Theile und ihrer Kräfte, ähnlich einem Mechanismus, der bloss durch die Wechselwirkung seiner Theile erhalten wird. In dem Keim dagegen ist die Kraft, welche den Grund zur Production aller Theile enthält, noch unvertheilt vorhanden. Das organische Princip ist im Keim gleichsam im Zustande der grössten Concentration. Die Entwickelungsfähigkeit ist jetzt am grössten, die Entwickelung am geringsten. Hat nun jene Kraft eine Zeitlang gewirkt, ist der Organismus bis über die Jugend entwickelt, so haben wir nicht mehr ein Einfaches mit der unvertheilten Kraft des Ganzen vor Augen, sondern ein Mannigfaltiges mit vertheilten Kräften. Je mehr aber die Kraft des Ganzen vertheilt ist, je weniger noch unverwandte organische Kraft vorhanden, um

so mehr scheint der Organismus die Fähigkeit zu verlieren, durch den Einfluss allgemeiner Lebensreize belebt zu werden, um so geringer wird gleichsam die Affinität zwischen der organischen Materie und den allgemeinen Lebensreizen, welche das Leben gleich der Flamme anfachen, daher nach vollendeter Entwickelung, wenn das unsterbliche Leben gesichert sein soll, die Erzeugung eines Keimes nöthig ist, der wegen der noch unvertheilten Kraft, auch gleichsam noch die grösste Affinität zu den Lebensreizen besitzt, die in dem Maasse abnimmt, als der Organismus sich entwickelt. Dies sieht einer Erklärung gleich, im Grunde ist es aber nur eine Darstellung des Zusammenhangs der Erscheinungen, von welcher nicht bestimmt behauptet werden kann, dass sie richtig ist.

Wir wenden uns nun zur zweiten Frage, warum auch die Materie beständig während des Lebens eines organischen Körpers vergänglich ist und durch neue organische Materie ersetzt werden muss? Diess ist weniger bei den Pflanzen der Fall und zeigt sich wenigstens vorzugsweise nur in dem allmähligen Absterben älterer Blätter, dahingegen das einmal gebildete, wie Tiedemann bemerkt, lange keinem Stoffwechsel unterworfen ist, sondern eine Zeitlang in seiner Mischung beharrt. In den Thieren zeigt sich dagegen ein beständiger Wechsel der Stoffe. Tiedemann leitet indess diesen Unterschied davon ab, dass in den Thieren Kraftäusserungen vorkommen, welche Veränderungen in dem materiellen Substrate der Organe hervorbringen, wie es mit der Wirkung der Nerven der Fall zu seyn scheine. *Physiol.* 1. 376.

Sniadecki hat sich mit der Auflösung dieser Frage in seinem ausgezeichneten Werke, *Theorie der organischen Wesen, aus dem Polnischen, Nürnberg* 1821, besonders beschäftigt.

Sniadecki nennt die Materien, welche zur Nahrung der organischen Körper dienen können, die belebungsfähigen Materien. Die Belebungsfähigkeit dieser Materien ist aber eine ganz allgemeine; sie ist aller Formen gleich fähig, so lange nicht bestimmte Einflüsse auf sie wirken, und eben darum ohne bestimmte Form. Die organische Materie strebt also, wie Sniadecki sich ausdrückt, im Allgemeinen zum Leben und zur Organisirung. Sobald aber ein gewisser Theil derselben unter die Gewalt irgend eines Individuums geräth, ertheilt die individuelle Kraft diesem allgemeinen Streben eine gewisse Richtung; daher kommt die individuelle und örtliche Gestalt und die Gattung und Art des Lebens. Jede besondere Organisation ist also nach Sniadecki der Erfolg zweier Bestrebungen, einer allgemeinen, welche in der Materie selbst statthat, vermöge welcher gewisse Stoffe zum Leben und zur Organisirung im Allgemeinen streben, und einer zweiten besondern, welche in den Individuen stattfindet, welche die Art eines solchen Lebens und die Form der Organisation bestimmt. Dieses Theilchen der belebbaren Materie also, welches die Wirkung einer gewissen individuellen Kraft zum Theil oder ganz erfahren hat, und welches in dem Maasse belebt ist, muss, weil es deshalb nicht aufgehört hat, belebbar zu seyn, vermöge dieser Eigenschaft zum weitern Leben streben und zur Annahme aller anderen or-

ganischen Formen, nur diejenige ausgenommen, welche es schon besitzt. Vergleicht man es also mit ganz unorganisirter belebbarer Materie, welche nach allen Formen gleich strebt, so muss es offenbar weniger belebbar seyn als diese. Jene Verminderung seiner Belebbarkeit muss gleich seyn dem Streben, welches es zur Annahme dieser besondern Form hatte, in welcher es sich befindet, weil dieses besondere Streben schon gesättigt und gestillt ist.

Sniadecki schliesst hieraus: dass die Belebungsfähigkeit der Materie in den Individuen für diese im umgekehrten Verhältniss der organischen Kraft ist, deren Einwirkung die Materie schon erfahren hat, oder die Materie, welche in die organischen Wesen gelangt, und theils von ihnen im Zustande der organischen Verbindung aufgenommen, wie von Thieren, theils darin verwandelt wird, wie von Pflanzen, verliert eigentlich so viel an Belebungsfähigkeit, als sie an individueller Kraft gewinnt, folglich in dem nämlichen Verhältniss, in welchem sie eine gegebene Gestalt annimmt, verliert sie die Fähigkeit zu derselben. Sobald sie also vollkommen organisirt wird und die ganze individuelle Kraft erleidet, wird sie auch aller Lebensfähigkeit in Hinsicht dieses Individuums beraubt. Sobald dieses erfolgt, verliert die organische Kraft ihre ganze Gewalt über dieselbe, und diese Materie wird mitten in dem lebenden Körper nicht belebbar und unthätig, und folglich nur tauglich seyn, um aus dem Körper geworfen zu werden. Auf diese Art erklärt Sniadecki den ewigen Wechsel der organisirbaren Materien in den organischen Körpern. Nimmt man diese Erklärung an, so lassen sich ohne Zweifel die allgemeinen Vorgänge in den organischen Körpern weiter erklären, wie Sniadecki mit wunderbarer Einfachheit und Consequenz gethan hat. Indessen lassen sich gegen die Triftigkeit dieser Sätze gegründete Einwürfe machen. Nach Sniadecki ist das einzig Wesenhafte in den organischen Körpern nicht die organisirte Materie, sondern die organische Kraft. Diese äussert sich so lange, als sie organisirt, d. h. als nicht organisirte Materie vorhanden ist; das Organisirte selbst besitzt keine organische Kraft, und ist als Excrement untauglich. Allein nach dieser Ansicht müssen die excrementiellen Stoffe den Charakter der vollkommenen Organisation an sich tragen, und für andere organische Wesen und ihre individuelle Kraft sogleich wieder organisationsfähig seyn. Diess ist nicht der Fall. Die allgemeinsten Excremente sind der Harn und die Kohlensäure, welche beim Athmen ausgeschieden wird. Allein diese Materien sind für thierische Wesen gar nicht mehr organisirbar, sie sind zersetzte Thierstoffe. Es lässt sich viel angemessener annehmen, dass das von einem organischen Körper Organisirte in dem Maasse zugleich theilhaftig der organisirenden Kraft wird, als es organisirt wird. Die organisirende Kraft ist in vielen einfachen organischen Wesen theilbar, indem die organisirte Materie getheilt wird. Diess führt ganz zum entgegengesetzten Grundsatz von Sniadecki. Letzterer behauptet, die Materie verliert an Fähigkeit zu leben, in dem Maasse, als sie belebt wird. Wir sagen, die Materie ist in dem Maasse belebt, als sie die belebende Kraft erfahren hat, sie ist belebend in dem Maasse, als sie schon

belebt ist, sie äussert die belebende Kraft auf andere Materien, sie äussert sie aber nur unter Einwirkung gewisser Lebensreize, welche, indem sie sich auch mit den organisirten Theilen verbinden, andere Stoffe ausscheiden. Indem gewisse Lebensreize, z. B. beim Athmen, an das Blut übergehen, dann auf die organischen Theile einwirken, wird die Affinität zwischen gewissen Theilen der organisirten Materie und dem Lebensreiz des Blutes grösser, als zwischen den Theilen der organisirten Materie unter sich. Die Belebung der organisirten Materie durch eine Art, die mit Ausscheidung verbunden ist, macht sie wieder zur Aufnahme von Nahrungsstoffen fähig; aber in dem Maasse, als eine Materie belebt wird, erhält sie die Fähigkeit, selbst andere Materien zu beleben und zu organisiren, sie wird nicht Excrement, sondern der organisirenden Kraft der vorhandenen Materie theilhaftig.

Die Ursache, warum beständig organische Materien in den organischen Körpern zersetzt und ausgeworfen werden, könnte man auch auf den ersten Blick in folgendem Umstande suchen. Die Verwandlung der Nahrungsmittel in Nahrungsstoff kann die Ausscheidung gewisser Stoffe bedingen, welche ein Uebergewicht unbrauchbarer Elemente enthalten. So sondern die Pflanzen, indem sie Kohlensäure und Wasser in eine ternäre Verbindung zu Pflanzenstoff umwandeln, überflüssigen Sauerstoff aus. Bei den Thieren sind die Hauptexcretionsstoffe, welche vollends unbrauchbar sind, nur Kohlensäure und Harn. Die Thiere scheiden zwar fast eben so viel Materie aus, als sie aufnehmen, allein ein Theil davon sind reine unbrauchbare Excreta, viele sind zu besonderen Zwecken bestimmt, oder werden zufälliger Weise mit ausgeführt, wie der Darmschleim, vielleicht auch die Galle. Die Darmexcremente bestehen selbst wieder zum Theil aus den aufgenommenen Nahrungsmitteln. Dagegen werden Kohlensäure und Harn nicht allein aus den organisirten Theilen ausgeschieden, sondern sind auch rein unbrauchbar. Nun ändert sich zwar die Beschaffenheit des Harns nach den Nahrungsmitteln, und der Harn scheidet also offenbar auch noch unbrauchbare Theile der genommenen Nahrung ab, ehe sie ganz organisirt wird. Allein die Bestandtheile des Harns werden doch bei Thieren, die gar keine Nahrung zu sich nehmen, ~~und wie~~ manche Amphibien, Schlangen und Schildkröten, Monate lang hungern, nicht verändert. Es ist also gewiss, dass durch den Harn aus den schon organisirten Stoffen der Thiere unbrauchbare Theile ausgeschieden werden, und dass das Leben Materie unbrauchbar macht. So bilden ja auch die Puppen der Insekten zur Zeit ihrer Verwandlung, wo sie gar nichts zu sich nehmen, doch Excretionsstoffe durch die Malpighischen Gefässe, und wir wissen durch Wurzer, Brugnatelli und Chevreul, dass diese Gefässe Harnsäure ausscheiden. So scheidet auch der Embryo der höheren Thiere ein besonderes Excretum durch die Wolff'schen Körper ab, noch ehe die Nieren in Function treten. Merkwürdig ist auch, dass die Excretion von Harnstoff oder Harnsäure nicht allein bei den Wirbelthieren, sondern auch bei vielen Wirbellosen stattfindet; wie denn die Insekten durch die Malpighischen Gefässe Harnsäure absondern, und Ja-

COBSON die Harnsäure in einem besondern Ausscheidungsorgane bei Mollusken entdeckt hat. Was aber die Wechselwirkung der thierischen Körper mit der atmosphärischen Luft betrifft, so haben wir zwar noch keine entfernt begründete Vorstellung über die Ursachen dieser für das Leben so nothwendigen Verknüpfung; aber die Hypothese, dass durch das Athmen die noch fehlenden Elemente zur Bildung von Thierstoff hinzutreten, oder die überflüssigen zu dieser Bildung abgeschieden werden, widerlegt sich sogleich aus dem Factum, dass die meisten Thiere den Thierstoff schon gebildet aufnehmen, und dass die Amphibien doch athmen, Sauerstoff der Atmosphäre verzehren, und Kohlensäure ausathmen, wenn sie auch keine Nahrung Monate lang zu sich nehmen. Die beständigen Ausscheidungen, welche der Lebensprocess auch ohne die Zufuhr von Nahrungsstoffen bewirkt, Kohlensäure und Harnstoff (und Harnsäure), sind unfähig andere thierische Wesen zu ernähren; die Kohlensäure ist bereits eine durch Zersetzung von Thierstoff entstandene binäre Verbindung der Harnstoff steht einer binären Verbindung sehr nahe, oder ist selbst vielleicht schon binäre Verbindung, wenigstens ist seine Entstehung aus cyanichtsaurem Ammonium, wie WOEHLER zeigt, überaus leicht. Da diese Excretionen fort und fort auch ohne alle Zufuhr von Nahrungsmitteln stattfinden, so folgt nothwendig, dass das Leben an und für sich mit einer beständigen Zersetzung schon organisirter Stoffe verbunden ist. Diess ist auch nicht anders möglich, wenn es wahr ist, was vorher bewiesen worden, dass die organische Kraft in einem thierischen Wesen sich nur so lange äussert, als gewisse Lebensreize beständig materielle Umwandlungen in den lebenden Theilen bewirken, wovon die Lebenserscheinungen nur die Erscheinungen sind, wie das Feuer die Erscheinung der materiellen Umwandlung bei der Verbrennung. Der Antrieb zu diesen materiellen Umwandlungen geschieht durch das Athmen; das durch das Athmen beständig veränderte Blut bewirkt wieder beständig materielle Umwandlungen in den Organen; aus schon gewesenen Bestandtheilen der Organe kommen die allgemeinen Zersetzungsproducte, Kohlensäure und die an Stickstoff überaus reichen Bestandtheile des Harns, Harnstoff und Harnsäure, und diese den Lebensprocess begleitende Zersetzung der organischen Materie macht wieder die Zufuhr neuer Nahrungsstoffe nöthig, welche die organisirende Kraft erfahren. Ein organisirter Theil zeigt nur so lange Lebenserscheinungen, und organisirt so lange nur andere Materien, als er beständig in seiner Ruhe durch neue Aeusserungen organischer Affinität zwischen dem Blute und den Bestandtheilen der Organe angeregt wird, wovon die Zersetzung gewisser Theile der Organe bedingt ist, die wieder ersetzt werden durch die Wirkung der organischen Kraft auf die neuen Nahrungsstoffe.

Die Nahrungsstoffe der Thiere sind schon organisch zusammengesetzte Materien der Thiere und Pflanzen; die Nahrungsstoffe der Pflanzen sind theils Stoffe von Pflanzen und Thieren, im nicht ganz zersetzten Zustande, theils selbst binäre Combinationen, nämlich Kohlensäure und Wasser. Man hat geglaubt, dass die Pflanzen aus reiner Kohlensäure und Wasser sich ernähren können,

indessen haben die Erfahrungen von Hassenfratz, Th. de Saussure, Giobert, Link gezeigt, dass Pflanzen unter diesen Umständen nur sehr kümmerlich oder gar nicht gedeihen, selten blühen und fructificiren. S. Tiedemann *Physiologie I.* 218. Es scheint daher, dass die Pflanzen organische Materie aus binären Combinationen (Kohlensäure und Wasser) nur dann bilden, wenn sie zugleich von aufgelösten, nicht vollkommen zersetzten, organischen Combinationen sich nähren. Den Pflanzen kann man aber das Vermögen, organische Materie aus binären Combinationen zu bilden, deswegen nicht ganz absprechen, weil ohne diess Vermögen die Pflanzenwelt und Thierwelt bald zu Grunde gehen würden. Durch die Thiere wird beständig eine grosse Menge organischer Materien zersetzt, die wenigstens für die Thiere unbrauchbar und von den Pflanzen erst in brauchbare organische Combinationen umgewandelt werden. Da nun beständig durch Verbrennen und andere Zersetzung eine ungeheure Menge gebildeter Pflanzenmaterien in binäre Combinationen und in die Elemente zerlegt wird, so würde das Nutriment der belebenden Thiere und Pflanzen immer kleiner werden, wenn die Pflanzen nicht wirklich das Vermögen besässen, wieder neue organische Materie aus Elementen und binären Combinationen zu bilden. Man kann also nicht annehmen, dass bloss die einmal vorhandene organische Materie in der Pflanzen- und Thierwelt circulirt, indem sie aus einem Wesen in das andere übergeht. Die unaufhörliche Zerlegung organischer Körper setzt die Bildung von neuer organischer Materie aus binären Combinationen und Elementen durch die Pflanzen voraus.

Nun wird die organische Kraft bei dem Wachsthum und der Fortpflanzung der organischen Körper multiplicirt, denn aus einem Wesen entstehen viele andere, und aus diesen wieder viele andere, während auf der andern Seite die organische Kraft der sterbenden organischen Körper zu Grunde zu gehen scheint. Da aber die organische Kraft nicht etwa bloss aus einem Individuum in das andere übergeht, da vielmehr eine Pflanze, nachdem sie jährlich die Keime von sehr vielen neuen Producenten gleicher Art erzeugt, immer noch fähig zu derselben Production, Producent bleiben kann, so scheint die Quelle der Vermehrung der organischen Kraft auch in der Organisation neuer Materien zu liegen, und diess zugegeben, müsste man den Pflanzen das Vermögen zuschreiben, indem sie neue organische Materien aus unorganischen Stoffen unter dem Einflusse des Lichts und der Wärme bilden, auch die organische Kraft aus unbekannten Ursachen der Aussenwelt zu vermehren, während auch die Thiere die organische Kraft aus den Nahrungsmitteln unter dem Einfluss der Lebensreize wieder erzeugen, und auch bei der Fortpflanzung vereinzeln können. Ob bei der Ausübung des Lebens ausser der beständigen Zersetzung von Stoffen auch organische Kraft beständig und wie sie verloren geht, ist gänzlich unbekannt. So viel scheint aber gewiss, dass beim Sterben der organischen Körper die organische Kraft wieder in ihre allgemeinen natürlichen Ursachen aufgelöst wird, aus denen sie von der Pflanze regenerirt zu werden scheint. Wollte man die Vermehrung der organischen Kraft aus unbekann-

ten Quellen der Aussenwelt in den einmal vorhandenen organischen Körpern nicht zugeben, so müsste man annehmen, dass die scheinbare unendliche Multiplication der organischen Kraft bei dem Wachsthum und der Fortpflanzung bloss eine Evolution in einander eingeschachtelter Keime sey, oder man müsste das Unbegreifliche annehmen, dass die beim Fortpflanzen stattfindende Theilung der organischen Kraft die Intensität derselben nicht schwäche. Immer aber würde die Thatsache übrig bleiben, dass beständig bei dem Sterben der organischen Körper organische Kraft unwirksam oder in ihre allgemeinen physischen Ursachen aufgelöst wird.

III. Von dem thierischen Organismus und von dem thierischen Leben.

Entwickelung, Wachsthum, Reizbarkeit, Fortpflanzung, Vergänglichkeit sind allgemeine Erscheinungen und Eigenschaften aller organischen Körper und Folgen der Organisation; allein nur die thierischen Körper zeichnen sich durch den Besitz anderer Eigenschaften aus, die man darum vorzugsweise *animalische* Eigenschaften im Gegensatz der allgemeinen *organischen* nennen kann. Hierunter sind das Vermögen zu empfinden und sich willkührlich zu bewegen die vorzüglichsten. Man kann zwar den Pflanzen die Bewegung nicht ganz absprechen, denn ihre Organisation ist mit unmerklichen Bewegungen begleitet, es findet Saftbewegung in ihnen statt; sie wenden sich nach dem Lichte, die Wurzeln wachsen nach dem bessern Boden hin, Pflanzen ranken entlang den Körpern, die ihnen eine Befestigung darbieten können, ihre Staubfäden neigen sich zum Griffel zur Zeit der Befruchtung hin; ja viele Pflanzen, besonders Mimosen, zeigen in den Blattstielen eine durch Reize bedingbare Bewegung, wobei sich das allgemeine Gesetz wiederholt, dass organische Theile von gewissen reizbaren Eigenschaften diese auf sehr verschiedene Reize auf gleiche Art äussern. Denn mechanische, galvanische, chemische Einflüsse, wie Weingeist, mineralische Säuren, Aether, Ammoniak, Wechsel der Temperatur, der Erleuchtung, bringen denselben Erfolg hervor, Treviranus *Biologie* 5, 201—229. Endlich zeigt sich bei *Hedysarum gyrans* ausser dem allgemeinen Einflusse des Lichtes auf die Bewegung des mittlern Blattes ein unaufhörliches Erheben und Senken der kleineren Nebenblätter, selbst ohne dass äussere Reize die Phänomene bedingen; auch einige der niedersten Pflanzen, wie die Oscillatorien, bewegen sich beständig pendelartig. Wenn nun aber auch das Schlingen der Pflanzen nach Palm (*über das Winden der Pflanzen p.* 48.) aus dem Umstande sich erklären lässt, dass Schlingpflanzen mit den Spitzen der Zweige Kreise beschreiben und also vermöge dieser Art des Wachsthums nahe Gegenstände erreichen, so scheint das Winden der *Cuscuta* um bloss lebende Pflanzen nicht ohne alle organische Anziehung zu seyn; es bieten sogar

die Bewegungen der Staubfäden und Blattstiele zu viele Aehnlichkeit mit der Reizbarkeit der Muskeln dar, um sie nicht damit zu vergleichen. Dutrochet (*recherches anat. et physiol. sur la structure intime des animaux et des vegetaux*) hat den Sitz der Reizbarkeit bei den Mimosen in der Rindensubstanz eines Wulstes an den Gelenken der Blattstiele entdeckt, ein Wulst, der nur den reizbaren Mimosen eigen ist. Alle Bewegung hörte auf nach dem Abtragen dieses Organes, nach dem Abschneiden der obern Hälfte des Wulstes erfolgte noch Aufrichten, aber nicht mehr Senken. Hiernach glaubt Dutrochet, dass Heben und Senken durch entgegengesetzte Krümmungen in der Rinde des Wulstes entstehen, wie man denn in Scheiben der Rinde beider Hälften unter Wasser Krümmungen erfolgen sieht. Auf diese Art soll sich ein Blatt erheben, wenn die Rinde der untern Hälfte des Wulstes convexer als die der obern Fläche wird, und sich senken, wenn die Krümmung der Rinde in der obern Hälfte zunimmt. Andere Beobachter haben bei der Bewegung der Wulste Farbenveränderung wahrgenommen, wie Lindsay, Ritter, Mayo, so dass man das Phänomen auch vom Zuströmen der Säfte ableiten könnte. Tiedemann *Physiol.* 1. 623. G. R. Treviranus *Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens. I.* 171—177. Es giebt also in den Pflanzen ähnliche Organe, entweder wie die Muskeln, oder wie die durch Saftströmung erectilen Theile bei den Thieren; allein die thierischen Bewegungen erfolgen nicht bloss durch Wirkungen des Reizes auf reizbare Theile, sondern aus innern Bestimmungen von nicht beweglichen Theilen, den Nerven, auf bewegliche. Dutrochet hat zwar gesehen, dass, wenn er bei Mimosen den Focus eines Brennglases auf ein einzelnes Blatt richtete, der Eindruck sich nach und nach auf die übrigen Zweige und Blätter fortpflanzte, und er betrachtet die falschen Tracheen als die Organe der Leitung. Allein G. R. Treviranus bemerkt hierbei mit Recht, dass diess nur Hypothese bleibe; denn Andere haben von der Einwirkung des concentrirten Lichtes auf die Mimosen nur örtliche Wirkung beobachtet, und dann kann von einer örtlichen Bewegung die ganze Pflanze zugleich erschüttert, zur Mitbewegung gereizt werden. Das Bewegungsvermögen der Thiere hat aber auch das Ausgezeichnete, dass die Bewegungen zum Theil nicht bloss durch die zweckmässige Organisation des Ganzen, sondern durch Zwecke, welche ein einzelnes Organ, nämlich das Organ der Seelenäusserungen, bestimmt, veranlasst werden, d. h. dass sie willkührlich sind. Anderseits muss man Reizbarkeit nicht mit Empfindlichkeit verwechseln. Die Pflanzen sind reizbar, aber nicht empfindlich; so sind die Muskeln auch vom Körper getrennt noch reizbar, aber nicht empfindlich. Dass aber Empfindung in den Pflanzen stattfinde, kann ohne Aeusserungen des Bewusstseyns nicht statuirt werden. Aeusserungen von Empfindung und willkührliche Bewegung sind das einzige charakteristische Merkmal der einfachsten Thiere. Zusammengesetzte Thiere haben oft eine ästige und vegetabilische Form und sitzen mit dem Stamme im Boden; die individuellen Fähigkeiten der einzelnen Polypen, die willkührlichen Bewegungen jedes Polypen des gemeinsamen Stam-

mes zeigen aber nur eine *organisatio animalis multiplicata* und nichts Pflanzliches. Die Bewegungen der Infusorien sind frei und willkührlich. Wenn daher immer gewisse einfache organische Wesen, die Spongien und mehrere sogenannte Alcyonien, in Hinsicht ihrer vegetabilischen oder animalischen Natur zweifelhaft scheinen, so muss der Mangel aller willkührlichen Bewegung des Ganzen oder der einzelnen Theile entscheiden, und diese müssen besser zu den vegetabilischen Seegebilden gezählt werden. Hiergegen lässt sich zwar erinnern, dass der Embryo der *Spongien* nach Grant (*Edinb. philos. Journal. Vol. XIII. g.* 382.), gleich dem Embryo der Polypen und Corallen, durch Wimpern Bewegungen äussert, allein wir haben keine hinreichenden Unterscheidungsmerkmale zwischen dem Embryo der Spongien und Infusorien des Meeres, dann aber hat man schon vielfach an dem Embryo wahrer Vegetabilien, wie der *Algen*, solche Bewegungen beobachtet. Solche Beobachtungen hat Trentepohl an *Conferva dilatata β. Roth* (*Ectosperma clavata Vauch.*) und G. R. Treviranus an *Conferva limosa Dillw.* gemacht. *Biologie T.* 4. *p.* 634. Neuerdings hat Unger (*Nov. act. acad. nat. cur. T. XIII. p.* 2. *p.* 789.) dieselben Beobachtungen mit Beachtung aller Uebergänge an *Conferva dilatata* wiederholt, und es scheinen, wie auch G. R. Treviranus gegen die von Vaucher gemachte Vermuthung einer Täuschung durch Infusorien behauptet, jene anfangs beweglichen Keimkörner wieder in *Algen*, von denen sie gekommen, überzugehen. Siehe Treviranus *Biol. T.* 4. *Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens. p.* 51. *und* 183. Hieher gehören auch die *Zoocarpées* von Bory St. Vincent, die als gegliederte Fäden infusorienartig sich bewegende Keimkörner ergiessen, welche dann wieder vegetabilisch werden und die er mit der ganzen Zunft *Arthrodiées* zwischen Thierwelt und Pflanzen stellt. Die Bewegungen der Eier von Zoophyten durch Wimpern sind nicht für willkührlich zu halten. Die Schwingungen der Wimpern an den athmenden Kiemen einiger niederen Thiere sind dasselbe Phänomen. Nach den Untersuchungen von Nitzsch (*Beiträge zur Infusorienkunde, Halle* 1817) wären einige vegetabilische und animalische Infusorien sich sehr verwandt. So sollen sich *Bacillaria pectinalis* und andere Arten ganz wie Pflanzen, andere Arten der Gattung wie Thiere verhalten. Ehrenberg dagegen scheint eine solche Verwandtschaft beider Reiche nicht anzuerkennen; er bemerkt auch, dass die activen Bewegungen bei Algen nicht die Idee von Thierheit erwecken sollen. Nie hat er einen beweglichen Algensamen die geringste feste Nahrung zu sich nehmen gesehen, und so unterscheidet sich nach Ehrenberg die fruchtstreuende Alge von der sie umschwärmenden Monade, wie der Baum vom Vogel. Poggendorf's *Ann.* 1832. 1. Derselben Meinung ist nach eigenen Beobachtungen R. Wagner, indem er bemerkt, dass die Bewegung jener Keimkörner nicht für thierische gehalten werden könne, wenn sie gleich wunderbarer scheint als die tactmässige Bewegung einiger niederen Vegetabilien, der Oscillatorien.

Die Organe, durch welche die Empfindungen und die Be-

stimmungen zur willkührlichen Bewegung, also die thierischen Verrichtungen der Thiere geschehen, sind das Nervensystem. Von den Nerven zeigen sich die Organe der Thiere in eben so grosser Abhängigkeit, wie die Pflanzen vom Lichte. Man hat bisher Nerven ausser den Wirbelthieren nur bei einem Theile der Wirbellosen verfolgt, und man war sehr einstimmig der Meinung, dass bei den niederen Thieren gar keine Nerven vorhanden seyen, indem die noch einfache Substanz in denselben Partikeln empfindlich, beweglich und verdauend sey. In der That schien die grosse Theilbarkeit der einfachen Wesen hiezu einigermaassen zu berechtigen. Man kannte also die Nerven der Infusorien, der Corallenthiere und Polypen, der Acalephen, der meisten Eingeweidewürmer nicht. Aber von *Strongylus Gigas,* einem Wurm der Nieren, hatte Otto das Nervensystem beschrieben. Beim Spuhlwurm ist ein nervenartiger Strang zwischen den zwei Gefässstämmen nicht zu verkennen. Das Nervensystem von *Distoma hepaticum* hat Mehlis, von *Pentastoma* und *Diplozoon* hat v. Nordmann beschrieben. Kein Zweifel, dass es allen Eingeweidewürmern zukömmt. Ferner hatte Tiedemann das Nervensystem der *Echinodermen,* wenigstens der Seesterne entdeckt. Endlich hat Ehrenberg die grosse Entdeckung von der zusammengesetzten Bildung der niedersten Thiere, der Infusorien, gemacht. Ehrenberg *Organisation der Infusionsthierchen. Berlin* 1830. Bei den einfachsten Infusorien hat Ehrenberg den Mund und einen zusammengesetzten Magen, bei andern Mund, Darm und After entdeckt. Bei den vollkommneren Räderthierchen und einigen Infusorien hat Ehrenberg selbst eine Art Zähne am Munde, männliche und weibliche Geschlechtsorgane, Muskeln, Bänder, eine Spur von Gefässen und Nerven und Augenpunkte sehr deutlich beschrieben und abgebildet. Diese Augenpunkte, welche Ehrenberg auch bei den Seesternen und Medusen gefunden, sind für die Controverse von dem Nervensystem der einfachsten Thiere von ganz besonderer Wichtigkeit. Da nun bei den schon viel zusammengesetzteren Planarien, eben solche dunkle Augenpunkte am Kopfe, wie bei vielen Ringelwürmern, deren Nervensystem man kennt, vorkommen, und da nach meinen Beobachtungen die schwarzen Augenpunkte einiger Nereiden wirklich eine vom schwarzem Pigmente becherförmig bekleidete Anschwellung der Sehnerven darstellen, so ist es sehr wahrscheinlich, dass auch die Planarien und überhaupt alle niederen Thiere, die solche Augenpunkte besitzen, Sehnerven und also ein Nervensystem besitzen. Wenn Gruithuisen glaubt, dass jede dunkle Stelle der Haut gewissermaasen mit dem Sehen in Beziehung stehe, weil sie Licht absorbire, so ist diess ganz unexact. Denn die erste Bedingung zum Sehen ist, dass der *Nervus opticus* specifische Sensibilität für das Licht besitze und nicht blosser Gefühlnerve sey. Niedere Thiere, welche gegen das Lichtagens ohne Auge empfindlich sind, können das Licht durch die Haut als Wärme empfinden, aber zur Lichtempfindung selbst gehört specifische Reizbarkeit. Daher besitzen die Würmer, wie einige Nereiden, ohne dass sie optische durchsichtige Apparate zur Unterscheidung der

Gegenstände besitzen, doch Nerven zur blossen allgemeinen Unterscheidung von Licht und Dunkel, und gerade die Existenz der Sehnerven zur allgemeinen Lichtempfindung bei einem Thiere, das wegen Mangel optischer Apparate nichts Bestimmtes unterscheiden kann, beweist sehr, dass die Lichtempfindung doch immer noch an bestimmte Nerven gebunden ist. Siehe meine Beobachtungen über den Bau der Augen bei den Nereiden, *Annales des sciences nat. T. XXII. p.* 19.

Ich komme darauf zurück, dass nach den Beobachtungen von Ehrenberg über den Bau der Infusorien und nach meinen Erfahrungen über den Bau der einfachsten Augen, immer wahrscheinlicher wird, dass alle Thiere ohne Unterschied Nerven besitzen. Wie schwierig sind doch schon die Nerven der Seesterne, ja mehrerer Mollusken, wie der Muscheln, zu untersuchen; wir dürfen also nicht zu viel Werth darauf legen, dass selbst grössere, einfache Thiere, wie die Actinien, die Medusen, uns keine deutliche Spur dieser Zusammensetzung darbieten.

Die Thiere unterscheiden sich aber nicht allein von den Pflanzen durch das Empfinden und willkührliche Bewegungsvermögen. Diese Attribute modificiren auch nothwendig die übrigen Eigenschaften, welche die Thiere mit den Pflanzen gemein haben. Diess hat Cuvier in der Einleitung zur vergleichenden Anatomie sehr schön ausgeführt. Die Gewächse, an den Boden geheftet, absorbiren unmittelbar durch ihre Wurzeln die ernährenden Theile der in sie eindringenden Flüssigkeiten, die Thiere hingegen, die meist nicht an ihren Aufenthaltsort gebunden, ihn vielmehr ganz verändern oder wenigstens als Polypen eines festen Stammes ihre Beute ergreifen, mussten den ihnen zur Ernährung nöthigen Vorrath von Säften mit sich fortnehmen können. Die allermeisten haben eine innere Höhle erhalten, in welche sie die zu Nahrungsmitteln bestimmten Stoffe bringen, und in deren Wänden die einsaugenden Gefässe bei den höheren Thieren wurzeln, welche nach einem sehr passenden Ausdruck Boerhave's wahrhafte innere Wurzeln sind. Cuvier vergl. *Anat. T. I. p.* 11. Bei einigen Thieren fehlt der After, bei anderen ist selbst der Darm zweifelhaft. Doch sollen die Bandwürmer nach Mehlis, gegen die gewöhnliche Annahme, einen gefässartigen, von der engen Mundöffnung beginnenden, bald gabelig getheilten Darm haben. Bei den Echinorynchen soll ein bekannter enger, zweischenkelig gespaltener Canal der Darm seyn. Eine besondere, zur ersten Assimilation bestimmte Höhle ist noch aus einem andern Grunde nothwendig: der Nahrungsstoff der Thiere muss erst aufgelöst werden. Der Nahrungsstoff der Pflanze findet sich aufgelöst vor, und besteht theils aus kohlensäurehaltigem Wasser, theils aus aufgelösten organischen Materien des *humus*. Die Thiere müssen ihren Nahrungsstoff, der aus schon vorhandenen organischen Verbindungen besteht, vorbereiten, zerkleinern, auflösen, daher ist die Verdauung eine bloss den Thieren eigene vorbereitende Assimilation der Speisen.

Die Saftbewegung der Pflanzen ist viel einfacher als bei den Thieren, und immer ohne besondere bewegende Organe für die Verbreitung, ohne Herz. In einigen einfachen Pflanzen giebt es

eine rotatorische Bewegung des Saftes im Innern von Gliedern oder in Zellen. Corti hat diese Bewegung in der *Chara* entdeckt, Fontana, die beiden Treviranus, Amici, C. H. Schultz, Agardh, Raspail, haben sie in den Charen wieder gesehen; Meyen hat eine ähnliche Bewegung in den Zellen der *Vallisneria spiralis* und in den Haaren der Wurzelfasern von *Hydrocharis morsus ranae* entdeckt. In den von Saftgefässen durchzogenen höheren Pflanzen hat C. H. Schultz eine fortschreitende Bewegung des Saftes entdeckt. *Ueber den Kreislauf des Saftes im Schöllkraut. Berlin* 1822. C. H. Schultz, *die Natur der lebendigen Pflanzen. Berlin* 1823. *Annales des sc. nat. T. XXII. p.* 75, 79. Nach Schultz ist diese letztere Bewegung ein vollkommener Kreislauf, in den einen Gefässen aufsteigend, in den anderen absteigend, in Quergefässen aber communiciren beiderlei Ströme der verschiedenen Gefässe. In den feinen Durchschnitten der Blattstiele vieler Pflanzen sieht man auch deutlich, dass der Saft in verschiedeneu Gefässen verschiedene Richtung hat, und diess habe ich selbst an feinen Durchschnitten der Blattstiele von Feigenblättern sehr deutlich gesehen. Ob nicht die Zerschneidung der Gefässe an der Richtung der Ströme Antheil habe, kann bloss durch Beobachtungen verschiedener Ströme in unverletzten Blättern ausgemittelt werden. In den Blättern des Chelidonium, die mit dem lebenden Stamme noch verbunden waren, habe ich selbst allerdings entgegengesetzte Ströme gesehen. Der Umstand, dass nach Dutrochet's Beobachtungen in einem aufrecht stehenden dünnen Glascylinder mit Wasser, durch ungleiche Erwärmung an verschiedener Seite, sich eine aufsteigende und absteigende rotatorische Bewegung einstellt, kann ohnehin nicht die Saftbewegung in den Pflanzen erklären. Es scheint daher, dass Anziehung und Abstossung von Seite der Blätter und Wurzeln auf eine noch ungekannte Art die Saftbewegung in den Pflanzen vermitteln. Dass aber das Licht die Säfte anzieht, ist wohl gewiss, da es offenbar das Wachsen der ganzen Pflanzen bestimmt. Bei den Thieren sind dagegen die Triebfedern des Kreislaufes weniger äussere Einflüsse, sondern die Zusammenziehung eines Centralorganes, des Herzens. Diess aber wird belebt von dem durch den Einfluss der atmosphärischen Luft beim Athmen veränderten Blute. Ob vollkommene Circulation ein absolutes Prädicat der Thiere ist, ist noch unklar; wir kennen wenigstens in vielen einfachen Thieren bis jetzt weder Herz noch Gefässe.

Das in dem Pflanzen am meisten verbreitete Gewebe, das Zeligewebe, welches zugleich zur Fortleitung der Säfte dient, unterscheidet sich wesentlich vom Zellgewebe der Thiere, es hat geschlossene Zellen, die sich mit geraden Wänden begrenzen. Die Höhlungen des interstitialen Zellgewebes der Thiere liegen dagegen unter einander zusammen. Doch war es fehlerhaft den Thieren das Zellgewebe mit geschlossenen Zellen ganz abzusprechen, solches pflanzenartige Zellgewebe kömmt in mehreren Theilen vor, dahin gehört das Fettzellgewebe, welches bei den Wiederkäuern selbst polyedrisch ist, ferner das Zellgewebe des Glaskörpers und der *chorda dorsalis* der Embryonen und Knorpelfische.

Einen sehr wichtigen Unterschied bietet die Respiration der Pflanzen und Thiere dar. Bei den Pflanzen und einfachsten Thieren findet die Respiration auf ihrer ganzen Oberfläche statt. Bei den zusammengesetzten Thieren dagegen ist die Oberfläche nicht hinreichend zur Wechselwirkung mit der Atmosphäre, und es bedarf eines Organes, welches im kleinen Raume eine ungeheure athmende Fläche der Atmosphäre darbietet. Allein auch die Producte der Respiration sind im Thier- und Pflanzenreich verschieden. Bei den Pflanzen besteht die Assimilation zum Theil darin, dass die binären Verbindungen, Kohlensäure (also Kohlenstoff und Sauerstoff) und Wasser (Wasserstoff und Sauerstoff), in ternäre Verbindungen von Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff zu Pflanzenmaterie umgewandelt werden. Da nun aber bei dieser Verwandlung ein Ueberschuss von Sauerstoff übrig bleibt, so wird dieser durch die Blätter ausgehaucht. Die Blätter nehmen auch Kohlensäure aus der Atmosphäre auf, wie die Untersuchungen von Priestley, Scheele, Ingenhouss, Spallanzani, Senebier, v. Humboldt, Th. de Saussure beweisen. Nämlich die Blätter zersetzen die in der Luft enthaltene Kohlensäure so, dass der Kohlenstoff mit einem Antheile des Sauerstoffes sich mit den Pflanzen verbindet, während der grösste Theil des Sauerstoffes an die Luft zurückgegeben wird. In der Nacht aber und im Schatten, im krankhaften und welkenden Zustande nehmen sie einen Theil des Sauerstoffes der Luft auf und dünsten Kohlensäure aus, aber weniger als sie am Tage aufnehmen. Tiedemann's *Physiologie T. I. p.* 273. Gilby *Edinb. phil. J.*1821. 7. Das Athmen scheint daher bei den Pflanzen eine blosse Correction der Assimilation; durch das Athmen der Pflanzen verliert die Luft beständig einen Theil der von den Thieren ausgehauchten Kohlensäure, und erhält einen Reichthum von Sauerstoff. Die Thiere leben nur von schon gebildeter organischer Materie, und ihre Subtanz enthält, ausser Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, auch Stickstoff, der vielen Pflanzen ganz fehlt und in anderen nur in sehr geringer Quantität vorhanden ist. Da nun beständig eine grosse Menge Thierstoff fault und in chemische Verbindungen sich zersetzt, die Thiere aber keinen neuen organischen Stoff aus einfachen Elementen oder binären Verbindungen bilden können, so sind die Pflanzen, welche dieses Vermögen besitzen, den Thieren durchaus nöthig; so wie die Thiere wiederum den Pflanzen nöthig werden. Denn die Thiere athmen gerade dasjenige aus, was die Pflanzen einathmen, Kohlensäure, und athmen wieder ein, was die Pflanzen ausathmen, Sauerstoff. Auf diese Art würde ohne die Pflanzenwelt die Luft für die Thiere irrespirabel werden; durch die Wechselwirkung von Pflanzen und Thieren erhält sich aber die fast absolute Gleichheit der atmosphärischen Luft als eine Zusammensetzung von 79 Theilen Stickstoff und 21 Sauerstoff.

Da nun endlich die Pflanzen nur eine einfache Kraftäusserung, nämlich die Vegetation besitzen, so bedürfen sie, ausser Wurzel, Stengel, Blättern, nicht mannigfaltiger Organe, sondern sie bieten, mit Ausnahme der Fructificationswerkzeuge, durchgän-

gig ähnliche Theile dar, indem sich das einfache Verhältniss von Stengel zu Blättern immer weiter vom Stamme und Theilen des Stammes aus multiplicirt, ja sogar die Fructificationswerkzeuge zeigen sich den Blättern verwandt und bilden sich zuweilen in Blätter um. Da ferner die Pflanzen vor der Fructification nur eine Wiederholung ähnlicher Theile zeigen, deren Anfänge im Stamme zu einem *ensemble* verbunden sind, so sind auch diese Theile selbst wieder fähig, abgetrennt selbstständig zu werden; denn es giebt ohnehin hier eine beständige Zeugung durch Sprossen. Auch der Same ist ein selbstständiger Theil, der sich von den Sprossen nur darin wesentlich unterscheidet, dass seine Vegetationskraft gross, aber seine Vegetation selbst gering ist oder noch gar nicht existirt. In den Thieren zeigt sich dagegen die Wechselwirkung von Blutkreislauf, Athmen und Nerven zum Leben durchaus nothwendig. Die Nerven bedingen die Athembewegungen, die Nerven wirken aber nicht ohne Blut, welches geathmet hat, und das Blut fliesst allen Theilen und so den Nerven nicht zu, ohne die Zusammenziehung des Herzens, das wieder von dem hellrothen Blute und der Nervenwirkung abhängig ist. Gehirn, Herz und Lungen sind daher gleichsam die in einander greifenden Haupträder in der thierischen Maschine, welche durch den Stoffwechsel beim Athmen in Bewegung gesetzt werden. Bei dem Wachsthume zeigt sich auch nicht ein äusseres Hervortreiben neuer Theile, ähnlich den alten, sondern meist eine Vergrösserung des Ganzen durch Vergrösserung aller zuerst gebildeten Theile des Innern und Aeussern. Die Thiere wachsen in der Regel nicht auf Pflanzenart, nur die zusammengesetzten Polypen wachsen durch Sprossenbildung. Die mehresten Thiere sind, je vollkommener sie sind, nicht ein Aggregat ähnlicher Theile, durch einen Stamm verbunden, sondern sie enthalten Theile von ganz verschiedenen Eigenschaften, mannigfaltige Organe, die eine Zeugung durch Theilung wachsender Theile unmöglich machen, wenn nicht die sich abtrennenden Theile die wesentlichen Organe des Ganzen noch mit enthalten, wie bei Polypen und einigen Würmern, Naiden u. A., bei denen O. Fr. Mueller, Gruilhuisen eine Fortpflanzung durch künstliche oder von selbst erfolgende Theilung gesehen haben. Diese ganze Vergleichung hatte nur den Zweck, zu zeigen, wie die Existenz neuer Eigenschaften bei den Thieren auch diejenigen Functionen modificirt, welche die Thiere mit den Pflanzen gemein haben.

Die Vergleichung der Thiere mit den Pflanzen führte die Alten zur Methode, wie sie die Functionen der Thiere abzuhandeln hatten.

Die Functionen, welche die Pflanzen und Thiere mit einander gemein zu haben scheinen, hat man organische oder vitale Verrichtungen genannt; sie haben die Erzeugung und Erhaltung aller Theile aus dem selbstständigen Ganzen zum Zweck. Sie sind Aeusserungen der organischen Affinität unter den Wirkungen der wesentlichen Ursache des Lebens. Die Functionen, welche vorzüglich die thierischen Wesen auszeichnen, Empfindungen, Bewe-

gungen, Vorstellungen u. s. w., scheinen der Zweck des thierischen Daseyns zu seyn, es sind die, welche das Thier characterisiren würden, wenn es auch nur einen Augenblick ausdauern sollte. Die Alten haben sie im Gegensatz der ersteren animalische Verrichtungen genannt.

Eine dritte Reihe der Erscheinungen umfasst die Vorgänge, welche zur Bildung neuer Keime in einem Individuum und zur Absonderung und Entwickelung derselben führen, und also die Erhaltung der Gattung während der Vergänglichkeit der Individuen bezwecken. Diese Eintheilung hat ihre Vortheile, kann aber auch Missverständnisse erzeugen. Die Kraft, welche die Entwickelung des Keimes bedingt, ist dieselbe, welche die beständige Erhaltung des Ganzen und die Wiedererzeugung desselben verursacht, und darnach würden also Vegetationskraft, Bewegungskraft und Empfindungskraft gleichsam die Grundkräfte seyn; allein es fragt sich wieder, ob diese Trennung nicht künstlich ist.

Man kann sich vorstellen, dass die wesentliche Kraft des Pflanzenlebens, die Vegetationskraft, in den Thieren noch mit anderen Kräften verbunden sey, z. B. mit der Empfindungskraft und Bewegungskraft, oder mit der Nervenkraft, wenn man die Fähigkeit der Muskeln, sich durch den Einfluss der Nerven zusammenzuziehen, nicht als ursprüngliche Kraft, sondern als Folge ansehen will. Man kann sich vorstellen, dass die Vereinigung dieser Kräfte im Keime existirt und dass sie sich von der Entwickelung an in den verschiedenen Organsystemen, die in einander greifen, äussern, so dass die Vegetationskraft, von der Nervenkraft bestimmt, auch die Organe des Nervenlebens wiedererzeugt und beständig erhält, die Nerven aber wieder die Ursache sind, dass organisirte Theile empfindlich sind. Wenn man diess aber weiter durchdenkt, so gelangt man auf Widersprüche.

Vielmehr scheinen diese Hauptformen nur verschiedene Wirkungen einer und derselben *vis essentialis* der Thiere, bedingt durch die verschiedene Zusammensetzung der verschiedenen Organe. Es liegt etwas Absurdes in der Vorstellung, dass die Reproductionskraft die Nervensubstanz erzeuge, während die Wirkungen der gebildeten Nerven Folgen einer Kraft seyn sollen, die verschieden ist von der Kraft, welche die Nervensubstanz bildet. Die letzte Ursache des Lebens, welche in den Thieren wirkt, erschafft alle zum Begriff eines thierischen Wesens gehörigen Theile, und erzeugt diejenige Mischung in denselben, deren Erfolg Bewegungsvermögen und Empfindungsvermögen oder Leitungsvermögen für Eindrücke sind, die auf einen Centraltheil der Einwirkungen und der Rückwirkungen verpflanzt werden. Nur die verschiedenen Producte dieser ersten und einen Kraft der Thiere, dieses alle Theile erzeugenden und wiedererzeugenden *primum movens*, sind theils zur Umwandlung von Materien fähig, die weiter geführt für den Nutzen des Ganzen bestimmt sind, theils Bewegungsorgane, theils Organe, durch welche die Einwirkungen aller Organe auf ein Centralorgan und die Rückwirkungen erfolgen. Die ersteren sind die Reproductionsorgane, die zweiten die Muskeln, die dritten die Nerven. Dann giebt es auch noch solche Theile,

die durch die schaffende und wiedererzeugende Thätigkeit oder die Grundursache aller Organe keine anderen wesentlichen Eigenschaften als physikalische Qualitäten der Festigkeit, Elasticität, Zähigkeit u. s. w. erlangen, wie die Knochen, Knorpel, Bänder, Sehnen.

Die Drüsen erlangen z. B. durch die Ernährung und Wiedererzeugung aus dem Blute die Fähigkeit, gewisse Theile des Blutes in ihrer Nähe anzuziehen, neu zu combiniren und auszuscheiden; durch denselben Act der Ernährung und Wiedererzeugung aus dem Blut erhalten die Muskeln die zur Attraction ihrer Theilchen oder zur Bewegung durch gewisse Ursachen nöthige Fähigkeit, und diese Fähigkeit ist das Product jener Erzeugung, nicht aber eine besondere Grundkraft, die von der Generationskraft verschieden wäre. So erhalten die Nerven durch eben diese Urkraft der Bildung und Wiedererzeugung aus dem Blute die Fähigkeit zu ihren Lebenserscheinungen, und ihre Fähigkeiten sind nur die Erfolge dieser Erzeugung. Ganz verkehrt scheint es aber nun gar, die Wiedererzeugung zur Indifferenz der bewegenden und sensitiven Kraft zu machen. Sieht man von den Theilen ab, welche durch den organischen Process ihrer beständigen Wiedererzeugung nur physikalische Eigenschaften der Elasticität, Festigkeit u. s. w. erlangen, so kann man die Eigenschaften der übrigen Hauptsysteme in den Thieren folgendermassen bezeichnen.

I. Organe, welche die Mischung der Flüssigkeiten für den Zweck des Ganzen verändern, wie die Absonderungsorgane, die Blutgefässe und Lymphgefässe, die Lungen. Das eigenthümliche Phänomen, welches diese Organe darbieten, ist nicht etwa die Ernährung, denn diese kömmt allen Organen zu, sondern die Veränderung der organischen Combination in den Flüssigkeiten, die mit ihnen in Berührung stehen, durch Aeusserungen organischer Affinität.

II. Muskulöse Organe, welche auf gewisse Einflüsse sich zusammenziehen, und deren Fasern sich kräuselnd gegen die Stelle, wo eine Veränderung der Muskelsubstanz geschieht, verkürzen. Haller hat die Fähigkeit der Muskeln auf mechanische, chemische und elektrische Einwirkungen sich zusammenzuziehen, Irritabilität genannt, und die Haller'sche Irritabilität kann keinen anderen Theilen als den muskulösen Theilen zugeschrieben werden, während andere sich durch Erscheinungen anderer Art von Reizbarkeit auszeichnen. Einige verwirrte Schriftsteller haben diesen Begriff von Irritabilität zu einer Formel für willkührliche Fictionen gemacht, so dass man sogar von einer Irritabilität in den Nerven gesprochen, als wenn bald die Irritabilität, bald die Sensibilität derselben verändert seyn könnte. Im lebenden Körper geschehen die Wirkungen der Muskeln immer unter dem Einfluss der Muskelnerven, und Alles, was die Zusammensetzung der Nerven nur leise verändert, bewirkt gleichsam eine Entladung der Nervenkraft, welche die Zusammenziehung der Muskeln bedingt. Daher das Studium der Bewegungen, der Krämpfe und Lähmungen grossentheils zur Untersuchung der Gesetze der Wirkungen in den Nerven zurückführt. Die Bewegung findet bei allen materiellen Veränderungen, bei der Generation, Ernährung, Absonde-

rung, statt, organische Affinität zwischen Säften und Organen bewirkt Turgescenz-Bewegungen; man muss sich wohl hüten, die Muskeln für die einzigen der Bewegung fähigen Theile zu halten; die muskulösen Theile sind nur die einzigen Organe, welche durch Zusammenziehung und Kräuseln von Fasern sich bewegen, und alle Theile, welche sich so zusammenziehen können, und nicht wesentlich Muskeln sind, sind meist durch eingestreute Muskelsubstanz, besonders Muskelfasern, beweglich, wie die Ausführungsgänge der Drüsen, welche sich, wie ich zeigen werde, contrahiren.

III. Die Nerven haben theils die Fähigkeit, bei geringen Veränderungen ihres Zustandes Bewegungen in den Muskeln zu bewirken, während die Veränderungen der Nerven selbst den Sinnen des Beobachters entgehen, theils besitzen sie ein Leitungsvermögen für jede Veränderung ihres Zustandes nach dem Gehirn, dem Centralorgane, wovon Wirkungen auf alle übrigen Organe ausgehen, und diess nennt man empfinden. Empfindungen finden nur so lange statt, als die Nerven noch mit dem Gehirne in Verbindung stehen. Viele vom Gehirn und Rückenmarke ausgehende Nerven sind durch das Gehirn und Rückenmark willkührliche Excitatoren der Bewegung in den Muskeln, so lange die Nerven noch mit Gehirn oder Rückenmark in Verbindung stehen, während sie in dieser Verbindung und ohne diese Verbindung auch unwillkührliche Zusammenziehungen der Muskeln bei einer Veränderung ihres Zustandes bewirken. Dagegen sind die vom *Nervus sympathicus* abhängigen beweglichen Theile dem Willen entzogen und nur in einer bedingten Abhängigkeit von dem Gehirn und Rückenmarke, mit welchen der *Nervus sympathicus* mittelbar, nämlich durch Vermittelung wirklicher Cerebral- und Spinalnerven zusammenhängt. In den Nerven zeigt sich die grösste Beweglichkeit der organischen Kräfte, ohne Bewegung der ponderabeln Masse, und ihre Wirkung ist zur Ausübung aller Functionen nöthig, indem alle Theile durch Veränderungen der Nerven auf Gehirn und Rückenmark zurückwirken, und von diesen aus gewisse zu ihrer Action nothwendige Einflüsse erfahren.

Diese organischen Systeme greifen verschiedenartig in einander. Alle Organe sind nur durch den Antheil von Nerven, die in ihre Gewebe treten, empfindlich, die Organe, die der chemischen Verwandlung der Flüssigkeiten dienen, sind, wenn sie sich zusammenziehen, nur durch eingestreute Muskelfasern zusammenziehbar, und alle Organe oder einzelnen Theile, in welchen ausser besonderen Lebenseigenschaften auch noch Absonderungen tropfbarer Flüssigkeiten für den Zweck des Ganzen stattfinden, haben für diesen Zweck auch eigenthümliche Gewebe, wie in den Organen der Sinnesempfindung auch tropfbare Absonderungen durch besondere Gewebe stattfinden.

Sowohl die Wechselwirkung dieser Systeme unter sich, als ihre Wiedererzeugung aus dem Blute, kann ohne Affinitätsäusserung der ponderabeln und imponderabeln Materien mit organischer Anziehung nicht vor sich gehen. Die Kenntniss dieser

Gesetze wäre von der grössten Wichtigkeit, allein wir kennen kaum einige merkwürdige Facta, wie die Anziehung des Blutes in Theilen, welche der Erection fähig sind, und wo eine grössere Thätigkeit stattfindet, und jene merkwürdige Verwachsung zweier Keime, woraus ein Theil der Doppelmissgeburten zu erklären ist, was ohne Anziehung gleichartig gebildeter Theile nicht geschehen kann, da fast in der Regel gleichnamige Theile verwachsen, Gesicht mit Gesicht, Schnauze mit Schnauze von vorn oder von der Seite, oder Hinterkopf mit Hinterkopf, von der Mitte oder von der Seite, Hals mit Hals oder Brust mit Brust, oder bloss Bauch mit Bauch, oder Seite mit Seite, oder bloss Steiss mit Steiss. Eine Verbindung, wobei immer die verwachsenden Theile beider Embryonen gemeinsam und einfach werden, und sich nach den Doppelhöhlungen hin theilen. Eine einzige Beobachtung organischer Anziehung und Abziehung an kleinsten Theilen wäre hier von unendlicher Wichtigkeit. Allein alle meine Bemühungen um ein Experiment in diesem Punkte sind fruchtlos gewesen, mochte ich einen blossgelegten und heraus präparirten Nerven eines Frosches unter das Mikroskop legen und das Ende mit Blutkügelchen umspült beschauen, oder Samen des Frosches mit Theilen des unbefruchteten Eies vom Frosche unter dem Mikroskop beobachten.

Die Gesetze der Reizbarkeit der organischen Wesen sind im Allgemeinen schon im vorigen Abschnitt untersucht worden; dort ist das Verhältniss der Lebensreize zur Aeusserung der Thätigkeit bestimmt. Hier werden nun zunächst die Gesetze der Reizbarkeit in den Thieren näher bestimmt werden, obgleich es bei dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft kaum möglich ist, Licht über diese schwierigen Probleme zu verbreiten, und doch wäre diese Kenntniss so wünschenswerth, da die Arzneikunde hier die grössten Anforderungen an die Physiologie zu machen hat.

Mag die organische Kraft das Resultat der Mischung ponderabler und imponderabler Materien seyn, oder selbst die Mischung der organischen Materie bedingen und erhalten, wir sehen, dass sie sich unter gewissen Umständen in einzelnen Organen verstärken kann; die Actionen sind in diesem Falle grösser und dauernder, wie man in den Genitalien in der Schwangerschaft und in der Brunst beobachtet. So nimmt die organische Kraft auch in dem früher organisirten Geweih der Hirsche ab, wenn es abstirbt, und verstärkt sich wieder, wenn es im organisirten Zustande von Neuem erzeugt wird. Zu einem mehr belebten Theile strömt mehr Blut, und es wird mehr Blut als sonst in organisirte Materie umgewandelt. Tiedemann sagt, dass ein gereiztes Organ schnellere Veränderungen in seiner materiellen Zusammensetzung erfahre, und eben daher auch das Blut, welches allein im Stande ist, zu gesteigerten Kraftäusserungen zu befähigen, rascher und in grösserer Menge anziehe. *Physiologie* 1. 326. Wenn dagegen ein organischer Theil einen Schaden durch materielle Umwandlung erleidet, so entsteht in einem solchen Theile dann auch eine grössere Thätigkeit zur Wiederherstellung dieses Schadens, wenn die Zersetzung des organischen Theiles nicht zu

gross gewesen. Die organischen Körper besitzen beständig das Vermögen, die zum Leben des Ganzen nöthige Zusammensetzung der Theile zu erhalten. So oft diese Zusammensetzung verletzt wird, äussert sich jenes Streben heilkräftig. Diess folgt schon aus dem Satz, dass die organischen Körper beständig der chemischen Einwirkung das Gleichgewicht zu halten suchen. Deswegen strömt einem verletzten Theile noch mehr Blut zu, weil die organische Thätigkeit sich in demselben vergrössert. Die Wechselwirkung der vermehrten organischen Thätigkeit, welche dem Anfange der Zersetzung das Gleichgewicht zu halten strebt, und des schon eingetretenen Strebens zur Zersetzung erkennt man in der Entzündung. Deswegen lässt sich aber doch nicht behaupten, dass die Entzündung wesentlich eine vermehrte Thätigkeit ist, sondern sie ist zusammengesetzt aus den Erscheinungen einer örtlichen Verletzung, einer örtlichen Neigung zur Zersetzung und einer dagegenwirkenden verstärkten organischen Thätigkeit, welche dem Zersetzungsstreben das Gleichgewicht zu halten strebt. Bei einem höhern Grade von Zersetzung in den thierischen Theilen kömmt es gar nicht zu dieser Rückwirkung, und die Entzündung entsteht nicht, wie bei den narkotischen Vergiftungen. Wenn sie aber entsteht, so kann die durch eine Verletzung bedingte Zersetzung bald so gross werden, dass die organische Rückwirkung das Gleichgewicht nicht zu halten vermag, und dass örtlicher Tod eintritt.

Diese und viele andere Fälle, ja schon die Ermüdung und Erschöpfung nach grossen Anstrengungen zeigen uns, dass die organische Kraft durch die Ausübung der Functionen gleichsam consumirt wird. Diess zeigt sich noch nach dem Tode. Denn wenn man von zwei gleichen Muskelstücken eines frisch geschlachteten Thieres den einen Theil mit dem Messer zu kleinen Zukkungen reizt, während man den andern sich selbst überlässt, so wird der erste in dem Maasse früher seine Reizbarkeit verlieren, als er sich mehr bewegt. Autenrieth's *Physiol. I.* 63. Jeder Lichteindruck stumpft das Auge einigermaasen ab, und der gleiche Reiz bringt kurz darauf keine gleiche Reaction hervor, bis sich das Auge erholt hat. Man könnte dies daraus erklären, dass ein Theil der Kraft zur Ausgleichung der durch den Reiz bewirkten materiellen Veränderungen wirkt. Allein diese Ermüdung erfolgt auch in dem Falle, wo die Thätigkeit ohne äussern Reiz vermehrt wird, sobald nur nicht die Kraft zugleich vermehrt ist. Es scheint also, dass diese Thätigkeit selbst eine materielle Veränderung in den Organen hervorbringt. Vielleicht indem jene beständige Veränderung der organischen Substanz durch die beim Athmen veränderten Bestandtheile des Blutes welche zum Leben, gleich wie die Zersetzung zu den Erscheinungen der Verbrennung nothwendig ist, beschleunigt oder vermehrt wird, da doch zur Zeit dieser Beschleunigung nicht auch die Wiedererzeugung aus den Nahrungsstoffen vermehrt ist, sondern in der Weise der Erholung erst allmählig geschehen kann. Ueberhaupt aber, je thätiger ein Mensch ist, um so grösser scheint die Zersetzung der Stoffe, und um so mehr hat Jemand Bedürf-

niss nach Nahrungsmitteln. Menschen und Thiere, die nach sehr heftigen Kraftäusserungen gestorben sind, wie z. B. ein zu Tode gejagter Hirsch, sollen selbst schneller faulen als ein zu Tode gebluteter Körper. Autenrieth, welcher diess bemerkt, führt auch an, dass ein Muskel aus einem noch reizbaren Thiere geschnitten, ungleich schneller faule, wenn er zu häufigen Zusammenziehungen vor seinem Absterben gereizt wurde, als ein anderes gleiches Stück, das ruhig gelassen wurde. *Physiologie I.* 115. Vergl. A. v. Humboldt *über die gereizte Muskel- und Nervenfaser.* In den Verrichtungen des Nervensystems ist die Erholung besonders so nothwendig, dass selbst das gleichmässigste Leben des Schlafes bedarf, der von selbst eintritt, auch wenn die das Nervensystem in Thätigkeit setzenden Ursachen, die äusseren Reize, fortdauern, weil die durch die Thätigkeit verursachte Veränderung im Nervensysteme letzteres unempfindlich für diese Eindrücke macht.

Die beständige Wiederbelebung der organisirten Theile aus den allgemeinen integrirenden Lebensreizen ist sonst meistentheils mit der Fähigkeit zu einer gleichmässigen Thätigkeit verbunden. Wird aber die Action verstärkt und beschleunigt, so muss Ruhe erfolgen, wenn so viel Fähigkeit sich zu neuen Actionen bilden soll, als durch die Action verloren ist.

Obschon im gesunden Leben im Allgemeinen eben so viel Kraft in einer gewissen Zeit wiedererzeugt wird, als durch die Thätigkeit unwirksam geworden ist, so giebt es doch Fälle, in welchen die Wiedererzeugung allmählig immer stärker wird, bei gleichmässiger geregelter Thätigkeit oder bei abwechselnder Thätigkeit und Ruhe. Diess ist namentlich in der Jugend der Fall, weil aus früher entwickelten Gründen die Affinität der organischen Theile zu den allgemeinen Lebensreizen um so grösser scheint, je weniger die Entwickelung vorgeschritten ist; aber überhaupt wird durch eine nicht zu angestrengte Thätigkeit mit Ruhe abwechselnd die Kraft eines Organes vermehrt, wie in der Uebung, während blosse Ruhe die Organe oft erschlafft. Abwechselung von Thätigkeit oder Uebung und Ruhe, darin liegt das Geheimniss, die Kraft unserer Actionen allmählig zu verstärken. Vielleicht wird durch die Action ein Theil der Stoffe eines Organes zersetzt, wie das Leben überhaupt mit Zersetzung verbunden ist, vielleicht wird ein Theil der Stoffe durch die Action eines Organes zersetzt, während durch die vermehrte Action ein anderer Theil inniger gemischt wird, so dass ein Organ durch die Thätigkeit zwar verliert, aber durch die Action fähiger wird, neue Stoffe anzuziehen und sich zu verstärken. Wenn aber die Thätigkeit zu häufig und zu stark wiederholt worden ist, so ist die Wiedererzeugung selbst geringer, und es tritt Erschöpfung ein. Diess ist dann der Fall, wenn die Consumtion organischer Kraft oder das Unwirksam-werden derselben durch verstärkte Action schneller erfolgt, als die Wiedererzeugung in gleichen Zeiten ist. Diese Erschöpfung ist um so grösser, je mehr und je edlere Theile häufig und heftig in Thätigkeit versetzt werden, wie z. B. beim Coitus fast das ganze Nervensystem in eine mit Consumtion von

Kraft verbundene Thätigkeit versetzt wird, und je mehr ein Theil bei den Actionen anderen Organen etwas mittheilt, was er selbst verliert, wie es eben bei den Nervenactionen scheint und je mehr endlich ein Theil durch seine Action einen wesentlichen materiellen Verlust für das Ganze erzeugt, wie bei den verstärkten Absonderungen, z. B. der Milch. Die augenblickliche Unwirksamkeit der organischen Kraft nach der Thätigkeit, und ihre allmählige Wiederherstellung bemerkt man selbst noch an abgeschnittenen Theilen der Frösche, indem wahrscheinlich durch Wechselwirkung des noch in ihnen enthaltenen Blutes und der Luft mit den Organen sich die Reizbarkeit herstellt. So macht der galvanische Reiz, auf abgeschnittene Froschschenkel wiederholt applicirt, diese unwirksam, und die Reizbarkeit stellt sich erst allmählig in der Zeit der Ruhe wieder her.

Wird ein Organ seltener in Thätigkeit gesetzt, so nimmt die Fähigkeit für fernere Actionen in der Ruhe nicht so zu, wie bei einem gewissen Grade von Thätigkeit. Das Auge sieht, je mehr es in Thätigkeit gesetzt wird, bei demselben Reize augenblicklich schwächer; war es aber einige Zeit vollkommener Ruhe überlassen, z. B. im Dunkeln, so werden nun zwar die Eindrücke viel lebhafter empfunden. Stärkt man das Auge nach dem früher erörterten Gesetz durch abwechselnde Anstrengung und Ruhe allmählig, so wird es auch fähig zu grösseren Anstrengungen, ohne so bald als früher erschöpft zu werden; lässt man das Auge aber lange Zeit in vollkommener Ruhe, so hat sich zwar wieder eine grosse Empfindlichkeit, wie überhaupt nach der Ruhe, angesammelt, aber die Lebenskraft ist in diesem Theile nun um so schwächer geworden, je weniger er geübt worden, und ein plötzlicher starker Lichteindruck vermag ein lange von dem Lichte entwöhntes Auge selbst zu erblinden. Die Muskeln verlieren in langer Ruhe viel von ihrer Bewegkraft, wie sich z. B. die Fähigkeit mancher Muskeln, als der Ohrmuskeln, verliert. Autenrieth *Physiol.* 1. 104.

Bisher ist die Veränderung der organischen Thätigkeit der Thiere bloss im Allgemeinen betrachtet worden. Jetzt soll untersucht werden, wie die äusseren Einflüsse auf Veränderung derselben wirken. Nicht allein die äusseren Lebensreize, welche das Leben unterhalten, veranlassen zu organischen Wirkungen. Alles, was die materielle Zusammensetzung und das Gleichgewicht der Vertheilung imponderabler Materien in den organischen Theilen stört, kann auch die Action der Organismen und Organe verändern. Diese Veränderung nennt man *Reaction*, wenn sie lebhaft ist; die Einwirkung, welche die Reaction von Seiten des Organismus hervorbringt, nennt man *Reizung*, Irritation, und die verändernde Ursache *Reiz*, Irritamentum. Die Reaction gegen einen Reiz ist immer eine Lebenserscheinung, eine Aeusserung einer organischen Eigenschaft des Organismus. Die Fähigkeit, durch äussere Einwirkungen zu Kraftäusserungen bestimmt zu werden, ist nicht den organischen und insbesondere thierischen Körpern allein eigen. Viele unorganische Körper entwickeln z. B. Licht unter gewissen Bedingungen, z. B. beim Stoss, oder ent-

wickeln Wärme. Die Physiker machen es hierbei wahrscheinlich, dass das Licht oder die Wärme vorher in den Körpern gebunden waren, und durch den äussern Einfluss frei werden. Noch mehr könnte man die elastischen Körper hieher rechnen, deren kleinste Theilchen so sehr einander anziehen, dass ein Versuch zur Verschiebung mehrerer Theilchen oft auf alle zurückwirkt, und dass durch die Anziehungskräfte der Theilchen zu einander eine restitutio in integrum erfolgt, die sich unter dem Phänomen der Elasticität und der Schallschwingungen äussert. Allein kein unorganischer Körper zeigt sich so gleichförmig in diesen Aeusserungen als die Organismen, die unter den verschiedenartigsten Einwirkungen, welche die Zusammensetzung der Theilchen stören, immer das nämliche Phänomen, zu dem ein Organ durch sein Leben befähigt wird, äussern. Diess rührt wahrscheinlich von jener Grundeigenschaft der organischen Körper her, den Störungen ihrer Zusammensetzung das Gleichgewicht zu halten, eine Kraft, die im gesunden Falle viel grösser ist als die Ursache, welche die Zusammensetzung des organischen Körpers stört. Jene Kraft, welche das Gleichgewicht in den organischen Theilen nach einer Störung derselben wiederherstellt, ist dieselbe, welche einen Theil eigenthümlich durch die beständige Ernährung und Wiedererzeugung erhält. Das Phänomen, welches bei der Herstellung des Gleichgewichtes erfolgt, ist zusammengesetzt von der Veränderung des organischen Theiles durch eine äussere Ursache und von dem Streben des organischen Theiles zur restitutio in integrum, zur Wiederherstellung des Gleichgewichtes. Dutrochet behauptet, dass alle erregenden Ursachen auf den Organismus die gleiche Veränderung hervorbringen, dass sie die Oxydation des ihnen ausgesetzten organischen Stoffes modificiren; nach ihm sollen die erregenden Ursachen gleichzeitig auf den Sauerstoff und auf den organischen Stoff wirken, um sie zu einer Verbindung zu bewegen. So ingeniös diese Ansicht ist, so ist sie doch eine bis jetzt ganz unbegründete Vermuthung, eben so wie Dutrochet's Folgerung, dass die Excitabilität eine wirkliche Verbrennbarkeit sey. Diese soll in der Jugend sehr gross seyn, weil in dieser Lebensperiode der Organismus in hohem Grade oxydirbar sey und nur wenig gebundenen Sauerstoff besitze, im Alter dagegen sollen die Erregungsmittel wenig Wirkung haben, weil die Tendenz zur Oxydation geringer ist, und zwar im Verhältnisse der Menge des schon gebundenen Sauerstoffes. Alles diess ist hypothetisch. Froriep's *Notizen* 724.

Zu einer jeden Reizung eines organischen Theiles gehört irgend eine materielle Veränderung in demselben, die wir selbst bei dem Reize des Lichtes auf das Auge voraussetzen müssen; nämlich Licht scheint in die Zusammensetzung vieler Körper einzugehen, und bewirkt chemische Veränderungen, wie sich an vielen chemischen Präparaten und selbst an den Pflanzen zeigt, aus denen es Sauerstoff entwickelt. Die nächste Veränderung, welche ein Reiz hervorbringt, ist durch die Natur des Reizes und des organischen Körpers, welcher gereizt wird, bedingt, z. B. eine Zusammendrückung, eine chemische Veranderung; allein die dar-

auf folgende Gegenwirkung widerstrebt dieser Veränderung und ist von der Natur des Reizes ganz verschieden, nicht mechanisch, nicht chemisch, sondern eine Aeusserung der Lebenseigenschaft eines Organes, wie Empfindung als Schmerzen, oder Entzündung, oder Zuckung. Wärme, Electricität, Licht theilen sich den organischen Körpern wie anderen nach allgemeinen physicalischen Gesetzen mit, aber es entsteht bei der restitutio in integrum immer zugleich eine Lebensäusserung, verschieden nach dem Theile, welcher verändert wird, und die Phänomene bis zur Herstellung des Gleichgewichtes sind zusammengesetzt aus der Wirkung des Reizes und der Reaction gegen den Reiz. Die chemisch wirkenden Stoffe verändern auch die organischen Körper und suchen binäre Verbindungen auf Kosten der organischen Körper zu erzeugen. Wenn diess gelingt und die Affinität der organischen Theile nicht hinreicht, die organische Combination zu erhalten, und der chemischen Einwirkung das Gleichgewicht zu halten, so entsteht ein chemisches Product mit dem Tode des afficirten Theiles, z. B. bei der Verbrennung, bei der Einwirkung einer Mineralsäure, eines caustischen Alkali's. Allein so lange der organische Theil, welcher einem chemisch wirkenden Körper ausgesetzt wird, noch lebt, so lange agirt er auch in den ihm eigenen Wirkungen, z. B. Empfindungen, Bewegungen, Entzündung. Chemische Einflüsse, wie Säuren, Alkalien, können zwar an dem Ort ihrer Einwirkung auf organische Körper binäre Verbindungen hervorbringen und auf diese Art Brand oder Tod bewirken; allein so weit an einem so afficirten Theile noch Leben besteht, und an der Grenze des Todes äussert es sich auch in den organischen Eigenschaften, wie Entzündung u. s. w.

Aber nicht allein ist die Wirkung der thierischen Körper gegen äussere Reize Reaction in organischen Eigenschaften, sondern die Art dieser Reaction, die Eigenschaften, welche reagiren, sind häufig verschieden nach der Natur eines Theiles und seiner Zusammensetzung. Daher bewirken z. B. mechanische, chemische, electrische Reize, auf einen Muskel angewandt, dieselbe Reaction des Muskels, nämlich Bewegung. Alle diese verschiedenen Reize bewirken dagegen in einem Empfindungsnerven nur Empfindungen, und die Art der Empfindung ist selbst bei verschiedenen Nerven verschieden, wenn gleiche, und bei denselben Nerven gleich, wenn verschiedene Reize darauf wirken. So z. B. bewirken mechanische und electrische Reize in den Sehnerven nur Lichtempfindungen als Eigenschaften dieser Nerven, und scheinen keinen Schmerz zu bewirken, während die Empfindungen des Schmerzes und nicht des Lichtes in den Gefühlsnerven möglich sind. So erregen mechanische und electrische Reize, auf den Gehörnerven wirkend, Tonempfindungen, der electrische Reiz in dem Geruchsnerven Geruchsempfindungen. So erregen die vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven im gereizten Zustande von mechanischem oder galvanischem Reize keine Empfindungen, sondern Zuckungen in den Muskeln, aber die hinteren Wurzeln dieser Nerven erregen unter denselben Umständen nur Empfindungen, keine Zuckungen. Die Physiologie gewinnt eine eben

so sichere Empirie, wie die übrigen Naturwissenschaften, wenn sie die eigenthümliche Reactionsart aller Theile des thierischen Körpers kennt.

Es ist nun nicht auffallend, dass die Symptome desselben Organes in ganz verschiedenen Zuständen sich oft sehr ähnlich sind, weil es z. B. im Zustande von gereizter Kraftäusserung so gut wie im Zustande der Reizung bei abnehmender Kraft die ihm eigenen Lebenseigenschaften mit mehr oder weniger Energie kund giebt. Es giebt eine gewisse Gruppe von Hirnsymptomen, Herzsymptomen, die in verschiedenen Krankheiten dieser Theile vorkommen. Hierbei lässt sich ein Blick auf die Thorheit der Homöopathen werfen, welche mit Mitteln, die eine der Krankheit ähnliche Wirkung hervorbringen, zu heilen glauben, während sie doch entweder gar nichts thun, oder während die Natur die ihr dargebotenen Mittel anders verwendet als der Arzt glaubt. Wenn zwei Mittel einige ähnliche Symptome in einem Organe hervorrufen, so beweist diess noch nicht, dass sie ganz ähnliche Wirkungen hervorbringen, sondern dass sie auf dasselbe Organ wirken, wobei ihre qualitativen Wirkungen ganz verschieden seyn können. Syphilis und Mercurialkrankheit können wesentlich verschieden seyn, und doch sich darin gleichen, dass gewisse Organe in beiden Krankheiten zerstört sind. So zerstören Mineralsäuren und Alkalien die organischen Theile gleich stark, und Niemand wird behaupten, dass sie Similia seyen. So kann also Mercur durch gelinde Umwandlung der organischen Materie sie für die Fortsetzung der syphilitischen Zerstörung unfähig machen, worauf der natürliche Lebensprocess (nicht der Mercur) die weitere Heilung bewirkt.

Da die Reize die Organe in Thätigkeit setzen, und jede ohne gleichzeitige Vermehrung der organischen Kraft vermehrte Thätigkeit die Kraft für eine Zeit unwirksam macht, und gleichsam consumirt, so consumiren auch die Reize und bewirken insofern, wenn sie nicht integriren, wie die allgemeinen Lebensreize, jedesmal einen Nachlass der hervorgerufenen Thätigkeit, auch wenn sie fortfahren einzuwirken. Hierdurch entsteht das Periodische mancher Lebenserscheinungen. Ein contractiles Organ, welches eine mechanisch oder chemisch reizende Materie enthält, zieht sich zusammen. Durch diesen Act wird der contractile Theil unfähig, sich in dem nächsten Momente gleich stark zusammenzuziehen; aber die Erregbarkeit entsteht allmählig wieder, und der fortdauernde Reiz wird wieder wirksam. So können sich die Zusammenziehungen von Zeit zu Zeit wiederholen. Wir sehen dieses Schwanken in den Undulationen der Iris bei gleichbleibendem Lichteinflusse, in den periodischen Zusammenziehungen des Mastdarmes, der Gedärme, des Magens, des Herzens, des Uterus, der Harnblase, der Muskeln, welche die Contenta der Harnröhre bei dem Coitus austreiben. Der Reiz der Zusammenziehung ist hier oft äusserlich, ein Contentum, wie der Harn, die Excremente u. s. w. Er scheint aber auch oft innerlich, z. B. durch die Nerven zuzuströmen, während die Contraction doch periodisch ist, wie z. B. beim Herzen. Denn wenn auch das

Herz durch seine Zusammenziehung abwechselnd Blut austreibt, und zugleich von der andern Seite Blut empfangen muss, und dieser Reiz des Blutes das Herz zu periodischen Contractionen veranlassen muss, so ist doch das Contentum des Herzens nicht die einzige und erste Ursache der rhythmischen Contraction des Herzens; denn das Herz zieht sich auch ausgeschnitten noch lange, besonders bei Amphibien, im blutleeren Zustande rhythmisch zusammen, und es scheint nicht, dass bloss die Luft hier den Reiz ersetze, sondern dass ein innerer, von der Wechselwirkung der Muskelfasern und der Nerven bedingter Reiz stattfinde, der periodisch wirkt, oder auf den das Organ nur periodisch rückwirken kann.

Reize, welche zu häufig fortgesetzt werden, stumpfen die Organe ab und machen sie für lange unfähig für diese Reize. Hieraus ist ein Theil der Erscheinungen erklärlich, welche die Gewöhnung an einen Gegenstand darbietet, obgleich viele Dinge, an welche man sich gewöhnt, nicht bloss Anfangs Reizerscheinungen, sondern auch qualitative dauernde Veränderungen durch Aenderung der Zusammensetzung bewirken, woraus allein schon das Unwirksamwerden dieser Reize erklärlich ist.

Da die grosse Menge auf den Organismus einwirkender Agentien und Stoffe je nach ihrer Natur und Zusammensetzung die Zusammensetzung der organischen Theile auf die mannichfaltigste und im Einzelnen nicht zu bestimmende Art abändern können, so ist es nicht möglich, die Arzneimittel nach der Art ihrer Wirkungen unter allgemeine passende Gesichtspunkte zu bringen; diess ist die schadhafte Seite der Medicin. Die besten Schriftsteller über diese Materie haben noch viel zu viel mit nicht existirenden und bloss gedachten Factoren und Polaritäten, unfruchtbaren Formeln in unserer Wissenschaft zu thun. Doch kann es im Allgemeinen nur vorzüglich drei Arten dieser Einwirkung geben.

1) *Reizmittel.* Die wahren und wichtigsten Reizmittel sind die Lebensbedingungen selbst, die Lebensreize, durch deren beständige Einwirkung auf die von der organischen Kraft beseelten Theile das Leben allein sich äussert, und die organische Kraft sich vermehrt, ein gewisser Grad Wärme, atmosphärische Luft, Wasser, Nahrungsstoffe, die schon organisirt waren, von Pflanzen oder Thieren. Diese Einflüsse verändern nicht bloss die Zusammensetzung der organischen Theile, und reizen nicht bloss durch Veränderung des Gleichgewichtes, sondern gehen auf eine für das Leben unentbehrliche Weise integrirend in die Zusammensetzung der Organe ein. Nach einer Krankheit sind diese beständigen Einflüsse, welche, indem sie reizen, keine Erschöpfung zulassen, auch die wahren und allein hinreichenden Mittel zur Erholung der Kräfte. Ausser diesen Einflüssen giebt es noch viele andere, welche nach dem vorher aufgestellten Begriffe von Reiz auch Reactionen hervorbringen, aber nicht unbedingt und überhaupt nicht alle integriren, sondern welche grossentheils, ausser dass sie Symptome, Erscheinungen hervorbringen, gar keinen belebenden Einfluss auf die organischen Körper, vielmehr im Maasse der materiellen Veränderung, die sie bedingen, sogar sehr

nachtheilige Folgen haben. Die Verwechselung aller Einflüsse, nach welchen nur das Gleichgewicht in dem Organismus sich herstellt, und welche dadurch Erscheinungen bewirken, mit solchen Einflüssen, welche zur Erhaltung des Lebens unbedingt nöthig sind und integriren, hat in der Medicin unendlichen Nachtheil gehabt und vielen Menschen das Leben gekostet, indem man hierdurch zu dem falschen Begriffe gelangt ist, dass, weil gewisse Reize das Leben gleich der Flamme anfachen, Reizen überhaupt zum Leben nothwendig sey. Unter der Menge der Einflüsse ausser den allgemeinen Lebensreizen giebt es nun wieder solche, welche bedingt unter gewissen Umständen auch einen den allgemeinen Lebensreizen ähnlichen localen, belebenden und stärkenden Einfluss haben, indem sie nämlich durch ihren ponderabel und imponderabel materiellen Einfluss die Zusammensetzung eines Organes integriren oder so verändern, dass die Wiedererzeugung aus den allgemeinen Lebensreizen leichter wird. Alles dieses ist aber durch den Zustand des kranken Organes bedingt, und die Fälle, in welchen solche im Rufe der Belebung und Stärkung stehende Arzneien diess wirklich thun, sind ungemein selten. Dagegen schon Mancher mit einem Quark von Mitteln, welche unter den vorhandenen Umständen oder überhaupt wohl reizen, aber nur einen Aufruhr erregen, nicht stärken, zu Tode gereizt worden ist. Die zu den bedingt belebenden Stoffen gehörigen Arzneien wirken durch ihre Zusammensetzung auch vorzugsweise auf Organe von verschiedener organischer Zusammensetzung belebend ein, und bilden natürliche Gruppen je nach ihrer vorzugsweisen Wirkung auf das Nervensystem oder auf die Organe, welche der Umwandlung des Blutes bestimmt sind, u. s. w. Mehrere Einflüsse dieser Art sind imponderable Materien, wie die Elektricität. Die Elektricität hat man mit Erfolg in Lähmungen angewandt. Die Wärme, derjenige Einfluss, der bei der Entwickelung des Embryo schon nothwendig ist, hat aber auch noch einen eminenten Einfluss auf Belebung, wenn andere Mittel fruchtlos sind, z. B. in den Krankheiten der Nerven und des Rückenmarkes, Lähmungen, Neuralgia dorsalis, und anfangender Tabes dorsalis, wenn die Application der Wärme z. B. in Form von Moxen geschieht und oft wiederholt wird (auch wohl eine neue Moxa auf das wuchernde Fleisch der alten Stelle), wobei freilich das Setzen nur einer Moxa Spielerei ist. Einen viel nachhaltigern Eindruck belebender Wärme, besser als Moxa und Glüheisen, bewirkt das anhaltende schmerzhafte Erhitzen eines kranken Theiles durch eine nahe gehaltene brennende Kerze, wobei man die wohlthätige Wirkung einer schmerzhaften Erhitzung ohne Brandbildung und spätere Eiterung hat, die hierbei oft von keinem Nutzen ist, und wobei man zugleich die Wirkung lange unterhalten kann, während sie bei der Moxa und dem Glüheisen kurz und vorübergehend ist. Wie die Wärme in diesen Fällen wirkt, ist unklar; die Moxen wirken in Krankheiten des Rückenmarkes nur in der Nähe dieses Organes selbst, während doch allenthalben Schmerz erregt werden kann.

Der mechanische Einfluss ist in den Frictionen bedingt be-

lebender Reiz, wahrscheinlich, indem dadurch gelinde chemische Umwandlungen in der Zusammensetzung der Theile bewirkt werden, wodurch die Affinität der Theile zu den allgemeinen Lebensreizen, die im Organismus selbst sind, zunimmt.

Auf der andern Seite können alle Mittel dieser Art, sowohl Arzneien als die höheren Wärmegrade, wie in der Verbrennung, die Elektricität, der mechanische Einfluss, als Druck, Quetschung, in einem hohen Grade ihrer Einwirkung gerade das Gegentheil der Belebung hervorbringen, indem sie dann die Materie so gewaltsam verändern, dass die zum Leben nöthigen Zusammensetzungen nicht erhalten werden; deswegen sind die hier berührten Einflüsse specielle, bedingt belebende Einflüsse. Sie beleben unter gewissen Umständen, indem ihre Wirkung in der organischen Materie die natürliche Zusammensetzung der Theile befördert. Daher kann man sie homogene Reize nennen, wenn man alle übrigen Reize, welche die natürliche Zusammensetzung und so den Zustand der Kräfte nur stören, heterogene Reize nennen kann, die von keinem belebenden, sondern nachtheiligen Einfluss für das Leben sind. Man bedenke aber nur, dass jedes homogene Reizmittel durch Anwendung unter unpassenden Umständen zum heterogenen Reizmittel wird, d. h. zu einem solchen, welches bloss den Zustand der Kräfte und die natürliche Zusammensetzung stört. Nach diesen Erklärungen zerfallen die reizenden Einflüsse also 1. in allgemeine Lebensreize, 2. specielle Reize, a. homogene, b. heterogene. Ich erwähnte schon, dass nach Dutrochet die wahren Erregungsmittel so wirken sollen, dass sie die Bindung des Sauerstoffes mit der organischen Materie befördern und beschleunigen. Vielleicht beruht die reizende chemische und dynamische Wirkung mancher Reizmittel wenigstens darauf, dass sie die Affinität zwischen dem durch das Athmen zum Reizmittel gewordenen Blute und der organischen Substanz befördern, und die materiellen Umwandlungen in der organischen Materie durch dieses Princip im Blute verstärken und beschleunigen.

In Fällen, wo die Lebenskraft schnell abnimmt, verlässt uns übrigens der ganze Apparat unserer reizenden Arzneien, wovon ein grosser Theil ohnehin nur einen Aufruhr macht, ohne zu stärken.

2. *Alterantien.* Eine grosse Menge von Stoffen werden in der Arzneikunde darum von grosser Wichtigkeit, weil sie eine solche chemische Umwandlung in der organischen Materie erzeugen, wodurch die Materie nicht etwa unmittelbar integrirt wird und an Kraft gewinnt, sondern ein in der Zusammensetzung der Materie befindliches materielles Hinderniss zu gesunden Actionen oder ein Reiz zu kranken Actionen entfernt wird, oder die Organe so chemisch verändert werden, dass sie von einem krankhaften Reiz nicht mehr afficirt werden; oder, weil die Materie so verändert wird, dass gewisse zu fürchtende materielle Veränderungen und Zersetzungen nicht mehr möglich werden (wie bei dem entzündungswidrigen Verfahren); oder endlich, weil sie die Beschaffenheit der Nahrungssäfte verändern. Eine grosse Menge wichtiger Mittel gehören unter die *Alterantien.* Der Arzt kann damit keine krankhaft zusammengesetzten Organe chemisch zu gesunden ma-

chen, sondern nur durch eine gelinde chemische Umwandlung den Antrieb geben, dass die Natur selbst durch die unerschöpfte Quelle der beständigen Wiedererzeugung die natürliche Zusammensetzung wiederherstellt. Diese Mittel bieten wieder den Hauptunterschied dar, ob sie in dieser Art mehr auf das Nervensystem, oder auf die übrigen vom Nervensystem abhängigen Organe wirken. In der ersten Hinsicht sind die wichtigsten Alterantien die sogenannten Narkotica, in letzterer die grosse Menge der Arzneimittel, die auf die Veränderungen der Materie in den übrigen Organen wirken. Auch diese Mittel werden mittelbar, indem sie die Hindernisse zur Heilung entfernen, zu belebenden Reizen, so wie ihre Anwendung selbst auch durch Veränderungen des Gleichgewichtes Reizungssymptome bewirken kann. Werden diese Mittel unangemessen angewandt, so wirken sie entweder als heterogene Reize nachtheilig, oder indem sie schnell zersetzen, mit der Zersetzung die organische Kraft aufheben, wie die Narkotica. Da nun aber alterirende Mittel ganz verschieden nach ihrer Zusammensetzung in die Zusammensetzung der Organe eingreifen, so kann ein Stoff seine Wirkung durch Sättigung verlieren und keine Veränderungen mehr hervorbringen, während sie ein anderer noch hervorbringt. Eine grosse Menge der Fälle, welche zu den Erscheinungen der Angewöhnung gehören, sind hieher zu rechnen. Auch die Anwendung der Arzneien zeigt unzähligemal die Bestätigung davon. Die Organe haben durch ein chemisch die Zusammensetzung veränderndes, alterirendes Mittel eine solche Veränderung erlitten, dass dieser Stoff nicht mehr dieselbe Affinität von Seite des Organismus gegen sich vorfindet, während sie ein anderer Stoff noch haben kann. Auch imponderable Materien wirken auf diese Art alterirend: das Auge wird für die grüne Farbe, die es lange ansieht, immer unempfindlicher, das Grüne wird immer schmutziger und grauer. Zu dieser Zeit ist aber die Empfindlichkeit des Auges für Roth am grössten, dagegen langes Ansehen von Roth für Grün empfänglich macht. So mindert langes Betrachten eines gelben Feldes die Empfindlichkeit für Gelb, und steigert die für Violett und umgekehrt; langes Ansehen von Blau steigert die für Orange, und umgekehrt während die lange fixirte Farbe selbst immer schmutziger gesehen wird.

III. *Zersetzende Mittel.* Hieher sind diejenigen Einflüsse zu rechnen, welche, ohne erst zu reizen oder eine unschädliche Alteration zu bewirken, sogleich die organisirten Theile zersetzen. Es gehören hieher theils Einflüsse, welche im gelinden Grade der Einwirkung reizend, aber durch stärkere Einwirkung den Zustand der Kräfte zu wesentlich stören, wie Wärme, Elektricität u. s. w., theils *Alterantia*, die im höhern Grade von Einwirkung die Zusammensetzung heftig verändern, indem sie mit einer Gewalt der Wirkung, Combinationen mit organischen Stoffen erzeugen, welcher die organische Kraft das Gleichgewicht nicht zu halten vermag, wie die *Alterantia narcotica* auf diese Art zu zersetzenden Stoffen werden, und die *Alterantia*, welche in die Bildung und Umwandlung der organischen Säfte eingreifen, z. B.

Antimonialia, *Mercurialia*, Mineralsäuren, Alkalien bei dem heftigsten Grade ihrer Einwirkung im concentrirten Zustande eben so zersetzend werden. Die Reize können auf doppelte Art desorganisiren. Erstens können sie nur in einem gewissen Grade Reize seyn, bei höherem Grade der Einwirkung, statt selbst zu integriren, oder die Integration durch Erregung neuer Affinitäten zu befördern, sogleich die Zusammensetzung wesentlich verändern. Dann geht dem örtlichen oder allgemeinen Tode gar keine Reizung mehr voraus, sondern die Zersetzung erfolgt unmittelbar, wie bei dem Tode durch Elektricität, Blitz u. s. w. Oder ein an sich bedingter Weise integrirender Reiz setzt ein Organ zu lange in Thätigkeit, so dass nach den Gesetzen der Erregung in einer gewissen Zeit mehr Kraft unwirksam wird, als in eben so viel Zeit Ruhe wieder wirksam werden kann. Dieses nennt man Ueberreizen. Ein Organ wird dabei fortdauernd schwächer, wie bei der Ueberreizung des Auges durch das Licht. Die Arzneikunde macht von zersetzender Wirkung der Stoffe nur Gebrauch, wenn sie wirklich zerstören will.

John Brown, als er in den *Elementa medicinae* durch Entdekkung einiger Gesetze der Reizbarkeit den ersten Schimmer eines wissenschaftlichen Systems der Medicin in einer noch rohen, für die Anwendung gefährlichen Gestalt gab, kannte so wenig als seine Nachfolger in der Erregungstheorie die durch die *Alterantien* verursachte Wirkung. Nach der Brown'schen Theorie giebt es keine Veränderung der erregbaren Kräfte ohne vorausgegangene Erregung, und die Erregbarkeit sollte mit dem Leben nur durch Ueberreizung erschöpft werden können. Die Brownianer mussten behaupten, überall, wo eine Einwirkung erschöpft, ging eine absolute Ueberreizung voraus. Sie führten als Beweise für diese Behauptung an, dass gewisse Stoffe, die in geringem Maasse angewandt einigermaassen reizen, in grösserem Maasse eine ganz andere Wirkung, und im grössten Maasse Erschöpfung hervorbringen, wie z. B. Opium. Im letztern Falle, sagten sie, ist die Zeit der Reizung ausserordentlich klein und unmerklich. So erklärten sie auch die Wirkungen aller schnell schwächenden Einflüsse. Allein es giebt viele Stoffe, welche in kleinen Gaben schon schwächer diese zersetzenden Wirkungen hervorbringen, wie irrespirable Gasarten, das Viperngift u. s. w. Die Contrastimulisten Rasori, Borda, Brera, Tommasini haben diesen Fehlgriff von Brown und seinen Nachfolgern aufgegriffen, und die Stoffe, welche statt zu reizen, gleichsam das Gegentheil davon thun, nämlich die Fähigkeit gereizt zu werden vermindern, *Contrastimulantien* genannt, so dass sie ihre Arzneien in *Stimulantien* und *Contrastimulantien* eingetheilt haben; allein obgleich sie einen grossen Missgriff von Brown eingesehen, so haben sie doch die alterirende Wirkung so vieler Arzneimittel, die oben festgestellt worden ist, nicht erkannt.

Die Unterscheidungen von Brown beruhen auf einer ganz einseitigen Anwendung einiger wohlgegründeten *Facta* von der Reizbarkeit, und auf einer Vermengung der integrirenden Lebensbedingungen oder der Lebensreize, Wasser, atmosphärischer

Luft, Nahrungsstoff, bestimmter Wärmegrade mit denjenigen Stoffen, welche nur die Reaction der organischen Kräfte und die gesunde Zusammensetzung verändern, und insofern reizen, ohne zu integriren. Ein narkotisches Mittel, d. h. ein *Alterans der Nerven*, kann von Anfang bis zuletzt Symptome hervorbringen; indem es die Zusammensetzung verändert, insofern wirkt es auf jene Grundeigenschaft der organischen Körper, von aussen, nach inneren Gesetzen bestimmt, oder wenn man will, gereizt zu werden; aber dieser Reiz ist kein Reizmittel im therapeutischen Sinne, wo man darunter einen die Organe belebenden und ihre Zusammensetzung integrirenden Reiz versteht.

John Brown hat die Krankheiten in sthenische und asthenische eingetheilt. In den ersteren sollte die Lebenskraft vermehrt, in den letzteren vermindert seyn. Indessen ist die Krankheit, worin die Lebenskraft vermehrt ist, ein Widerspruch, und es giebt nur unendlich viele locale oder allgemeine Fehler in der Zusammensetzung der organisirten Theile, wobei die allgemeinen Kräfte bald gleich von Anfang darniederliegen, oder im Anfange vorhanden, später abnehmen; daher ist die naturhistorische Eintheilung der Krankheiten nach den afficirten Organsystemen und nach den naturhistorischen Krankheitsbildern die zweckmässigste. Man hat immer gern die Entzündung als eine Krankheit mit vermehrter Lebenskraft angesehen; die Entzündung ist eine Krankheit, wobei gewisse Erscheinungen verstärkt sind, wie die Wärme; die Menge des Blutes in den kleinsten Gefässen ist grösser; andere Erscheinungen verändert sie, während die Function eines Organes darniederliegt und die Empfindungen eine heftige Verletzung anzeigen. Durch eine Entzündungsursache entsteht eine chemische Veränderung in der Zusammensetzung eines Organes, wir bringen sie auf diese Art durch chemische Agentien hervor. Hiedurch kann eine chemische Affinität, eine Anziehung zwischen dem Blut und der chemisch veränderten Substanz eines Organes entstehen. Diese Affinität kann grösser als im gesunden Zustande zwischen dem belebten Theile und dem Blute seyn. Ob nun aber diese verstärkte Affinität zwischen Substanz und Blut in der Entzündung bloss eine Verstärkung der natürlichen organischen Anziehung ist, wie sie sich in gewissen gesunden Phänomenen wirklich verstärkt, wie in allen Phänomenen der Turgescenz, oder ob diese Affinität wirklich verschieden ist von der lebendigen Anziehung, und mehr eine neu entstandene chemische Affinität zwischen der zersetzten Substanz und dem Blute ist, ist nicht mit Sicherheit auszumachen, Wenn aber auch diese vermehrte Affinität zwischen Blut und Substanz wirklich eine Verstärkung der beständigen Wechselwirkung zwischen Blut und Substanz wäre, so ist die Entzündung doch noch keine Krankheit mit vermehrter Lebenskraft, denn die Erscheinungen der Entzündung entstehen eben sowohl von dem vorhandenen Streben zur Zersetzung, verursacht durch chemische Veränderung, als von der Reaction der organischen Theile gegen diese Zersetzung.

Die innige Wechselwirkung aller Theile des Organismus, besonders durch Vermittelung des Nervensystems, bewirkt in dem

thierischen Körper eine Art Statik der Kräfte, wo eines alle übrigen bestimmt; auch eine auf einen Theil wirkende Krankheitsursache, indem sie Veränderungen ponderabler und imponderabler Materien bewirkt, wirkt durch eine Kette von Veränderungen oft bis in entfernte Theile, welche für diesen Krankheitseinfluss gerade am empfänglichsten sind. Nicht allein, dass die Entziehung von Stoffen an einem Orte die Anhäufung von ähnlichen oder unähnlichen Stoffen an einem andern Ort verhindert, worauf die Anwendung der Ausleerungen in anderen Orten als dem leidenden beruhet. Die Vermehrung der organischen Thätigkeit in einem Organ erregt viele andere Theile; so steht die Vermehrung der organischen Thätigkeit in den Genitalien im Zusammenhang mit der Wiedererzeugung des Geweihes bei den Hirschen, mit der Veränderung vieler Organe bei dem Menschen, Veränderungen, welche dort wie hier die Castration aufhebt. Auch die integrirende Reizung eines Theiles wirkt belebend auf das Ganze zurück, namentlich von der Haut auf die Centralorgane des Nervensystems durch die Nerven, wie man denn mit Erfolg Frictionen und andere Hautreize zur Wiederbelebung anwendet.

IV. Ueber die den unorganischen und organischen Körpern gemeinsamen Wirkungen.

Die organischen Körper theilen die allgemeinen Eigen*schaften* der ponderablen Materie. Die Mechanik, Statik, Hydraulik finden auch hier ihre Anwendung. Mehrere Eigenschaften, welche organische Materien mit unorganischen gemein haben können, wie Cohärenz, Elasticität, u. s. w. entstehen aber nur unter dem fortwährenden Wirken der organischen Kraft zur Erzeugung einer gewissen Mischung, wie die elastische Arterienhaut ihre Elasticität einige Zeit nach dem Tode verliert. Dann ist die Anwendung der Mechanik, Statik, Hydraulik auf die organische Physik deswegen beschränkt, weil die organischen Ursachen der Bewegung hier am meisten interessiren. Auch die imponderablen Materien, Elektricität, Wärme, Licht, kommen in den organischen Körpern zur Erscheinung. Mit diesen Wirkungen werden wir uns jetzt besonders beschäftigen.

I. Entwickelung von Elektricität.

Frictionselektricität kann bekanntlich vorzüglich an vielen Körpern organischen Ursprungs entwickelt werden; die galvanische oder Berührungs-Elektricität entsteht nicht bloss durch Contact von heterogenen Metallen; viele andere Materien (besonders Kohle, auch Graphit) können nach den Untersuchungen von A. v. Humboldt und Pfaff die elektromotorischen Metalle ersetzen, und selbst verschiedene thierische Theile wirken in leitender Verbindung in schwächerm Grade ähnlich verschiedenen Metallen. Es würde daher eine ganz falsche Vorstellung seyn, wenn man in den Eigenschaften der verschiedenen Metalle allein *die Ursachen*

der galvanischen Elektricität suchen wollte. Seebeck hat entdeckt, dass sogar homogene Metallstangen von verschiedener Temperatur an einander gelegt, galvanisch werden, dass eine einfache Metallstange an beiden Enden verschieden erwärmt, galvanische Elektricität erzeugt; so dass Heterogeneität der Theile beim Contacte durch Spannung der in allen Körpern vorhandenen elektrischen Materie in + E und — E, oder Veränderung des Gleichgewichtes in der elektrischen Materie und leitende Verbindung die allgemeinsten Bedingungen zur Erzeugung des Galvanismus zu seyn scheinen. Unter diesen Umständen werden auch galvanische Erscheinungen an thierischen Theilen beobachtet. A. v. Humboldt entdeckte, was ich öfter bestätigt gefunden habe, dass schwache Zuckungen in einem Froschschenkel erfolgen, wenn man einen Nerven und Muskel mit einem frischen Stück Muskelfleisch zugleich berührt. Diese Erscheinung gehört zwar zu den seltneren der galvanischen Versuche, ich kann jedoch ihre Richtigkeit bestätigen. Buntzen baute sogar eine schwache galvanische Säule von abwechselnden Lagen von Muskelfleisch und Nerven. Nach Prevost und Dumas wirkt schon eine Kette von homogenem Metall, frischem Muskelfleisch und Salzwasser oder Blut auf das Galvanometer. Wenn man an die Conductoren des Galvanometers Platten von Platina befestigt und an die eine ein Stück Muskelfleisch von einigen Unzen bringt und die Conductoren in Blut oder eine Salzlösung taucht, entsteht eine Deviation der Magnetnadel des Instrumentes. Eben so, wenn man an einen Conductor ein mit salzsaurem Antimon oder Salpetersäure befeuchtetes Stück Platina, an den andern Conductor ein Fragment von Nerve, Muskel oder Gehirn bringt und beide berührt. Magendie *Journal de Physiol. T.* 3. Kaemtz (Schweigg. *Journ.* 56. 1.) hat ferner gezeigt, dass sich wirksame trockne Säulen auch aus organischen Körpern ohne alle Mitwirkung metallischer Körper errichten lassen. Concentrirte Lösungen von organischen Körpern wurden auf dünnes Papier aufgetragen und aus Scheiben dieses Papiers Säulen aufgebaut, so dass zwei ungleichartige Schichten durch zwei Papierdicken getrennt waren; die Elektricität dieser Säulen ward an einem Bohnenbergerschen Elektrometer geprüft. So zeigten sich

positiv		negativ
Natron	gegen	Hammeltalg.
Hefen	—	Rohrzucker.
Hefen	—	Kochsalz.
Hefen	—	Milchzucker.
Leinöl	—	Zucker.
Leinöl	—	weisses Wachs.
Stärkemehl	—	Gummi.
Gummi	—	Salep.
Gummi	—	Traganthschleim.
Gummi	—	Bärlappsamen.
Eiweiss	—	Gummi.
Eiweiss	—	Ochsenblut.
Ochsenblut	—	Belladonnenextract.
Ochsenblut	—	Stärkemehl.

Die elektrischen Fische sind nach diesen Prämissen weniger wunderbar, obgleich ihre Entladungskraft nur während des Lebens und bei ungestörtem Nerveneinfluss stattfindet. Die bekanntesten elektrischen Fische sind der Zitterrochen, Torpedo, wovon T. marmorata und T. ocellata in den südlichen europäischen Meeren vorkommen, der Zitteraal, Gymnotus electricus, in mehreren Flüssen von Südamerika, der Zitterwels, Silurus electricus seu Malapterurus electricus, im Nil und im Senegal. Weniger bekannt sind Rhinobatus electricus, Trichiurus electricus und Tetrodon electricus. Zur Kenntniss der elektrischen Fische haben am meisten Walsh, Fahlenberg, Gay-Lussac und v. Humboldt beigetragen. Die elektrischen Organe der Zitterrochen liegen zu beiden Seiten des Kopfes und der Kiemen, und bestehen aus neben einander stehenden 5—6seitigen Prismen, welche die ganze Dicke des Fisches an jenen Stellen einnehmen. Jedes Prisma bildet eine mit Nerven und Gefässen umgebene Röhre mit dünnhäutigen Wänden, in der eine grosse Menge (150) überaus dünner, parallel auf einander geschichteter Querplatten mit einer zwischen allen verbreiteten gallertartigen Flüssigkeit liegen. Zu diesen Organen gehen jederseits drei starke Nerven, vom N. vagus, welche vorher Zweige den Kiemen abgeben. Auch ein Ast vom N. quintus verbreitet sich in den vordern Theil des Organes. Hunter *Philos. transact.* 1773. *p.* 2. *tab.* 20. Die Organe des Zitteraals und Zitterwelses liegen nach Rudolphi's genauen Untersuchungen zu beiden Seiten vom Kopf bis zum Schwanz und sind jederseits doppelt, ein oberflächliches und ein tieferes; beide sind durch eine Scheidewand, bei *Gymnotus* seitlich auch von Muskeln getrennt. Bei *Gymnotus electricus* bestehen die Organe aus horizontalen, in der Länge des Fisches ausgespannten Häuten von $\frac{1}{3}$ Lin. Distanz, zwischen denen von innen nach aussen gerichtete, senkrechte Scheidewände sich befinden, in deren Zwischenräumen Flüssigkeit ist. Das kleinere tiefere Organ ist noch feiner getheilt. Die Nerven des Organes sind 224 Intercostalnerven, die an der innern Seite des Organes hinabgehen und sich in alle Lagen zertheilen, während feinere Enden der Intercostalnerven unter dem kleinen Organ an die Haut des Fisches gehen. Ein Nerve, der durch Zweige vom *N. quintus* und *N. vagus* zusammengesetzt wird, geht oberflächlich, ohne sich in dem Organe zu vertheilen, in die Rückenmuskeln. Rudolphi *in den Abhandlungen der Academie von Berlin* 1820—1821. *p.* 229. *tab. I. II.*

Bei dem Zitterwels giebt es, wie Rudolphi gezeigt hat, auch jederseits zwei elektrische Organe, die ich nach Rudolphi und nach eigener Anschauung dieser Theile beschreibe. Beide sind durch eine aponeurotische Haut getrennt, das äussere liegt oberflächlich unter dem *corium*, das innere über der Muskelschicht; die Nerven des äusseren kommen vom *N. vagus*, der unter der *aponeurosis intermedia* hergeht, aber diese mit seinen Zweigen duchbohrt, um in das äussere Organ zu gehen; die Nerven des innern Organes kommen von den Intercostalnerven und sind äusserst fein. Das äussere Organ besteht aus sehr kleinen rautenförmigen Zellen, die man mit der Loupe betrachten muss, das

innere scheint auch aus Zellen zu bestehen. Rudolphi nennt die Substanz des innern Organes flockig. Rudolphi *in Abhandlungen der Academie zu Berlin* 1824.

Die Wirkungen der elektrischen Fische auf thierische Wesen gleichen ganz den elektrischen Entladungen. Die Erschütterung des Zitterrochens reicht bei der Berührung mit der Hand bis zum Oberarme, die Zitteraale vermögen dagegen selbst Pferde zu bekämpfen und zu schwächen, was A. v. Humboldt so schön in seinen *Ansichten der Natur* beschrieben hat. Es steht fest, dass sowohl beim Zitterrochen als beim Zitteraal, welche bisher allein in Hinsicht der Wirkungen näher untersucht sind, die Isolatoren der Elektricität die elektrische Kraft der Organe aufhalten, und die Conductoren, wie Metall, Wasser, sie leiten, dass sich die Entladung durch eine Kette von Personen fortpflanzt, wenn die äussersten Glieder den Fisch berühren. Walsh hat sogar beim Zitteraal elektrische Funken entlockt, indem er den Schlag durch einen auf eine Glasscheibe geklebten und in der Mitte durchschnittenen Staniolstreifen leitete; er sah mit Pringle, Magellan und Ingenhouss den Funken von der einen Hälfte des Streifens zur andern überspringen. *Journ. de phys.* 1776. *Oct.* 331. Fahlenberg hat diesen Versuch mit gleichem Erfolge wiederholt, indem der Fisch sich in der Luft befand. *Vetensk. Acad. nya handling.* 1801. 2. *p.* 122. Linari und Matteuci ist es neulich selbst beim Zitterrochen gelungen, einen Funken zu erhalten. *L. institut.* 167. Sie wandten bei ihren Versuchen Spiralen von 300—577 Meter Länge des Kupferdraths an. Im Innern einer oder zweier der Spiralen befand sich eine Stange von weichem Eisen. Die Enden der Windungen waren in Linari's Versuchen an zwei Silberschienen befestigt, welche mit dem Bauch und Rücken des Fisches in Verbindung gebracht wurden. Der Drath, welcher die letzte Windung der Spirale mit einer der Silberschienen verband, war unterbrochen und die Drathenden in Quecksilber gestaucht. Beim Herausheben und Wiedereinsenken des Draths im Quecksilber sprang der Funke über, wenn das Thier zugleich mit den Silberschienen gerieben wurde.

Es ist früher niemals gelungen eine Reaction auf das Elektrometer zu erlangen. J. Davy war der Erste, der bei Anwendung des Galvanometers auf den Zitterrochen einen entschiedenen Erfolg beobachtete. *Philos. Transact.* 1834. *p.* 2. Er hat auch die Versuche über die Wasserzersetzung mit Erfolg angestellt. Einer der feinsten Reagentien für die Elektricität ist hier wie auch sonst eine gelatinöse Masse, die man durch Zusatz von Stärke in Pulver zu einer gesättigten oder fast gesättigten Solution von Jodkalium erhält. Eine einfache Combination von Kupfer- und Zinkdrath und sehr verdünnter Säure bewirkt in dieser Zusammensetzung eine Präcipitation von Jodstärkmehl.

Die Kraft der Entladung ist ganz willkührlich und an die Integrität der Nerven jener Organe geknüpft. Man kann den elektrischen Fischen das Herz ausschneiden, und sie können noch lange Schläge austheilen, aber mit der Zerstörung des Gehirns oder Durchschneidung jener Nerven hört das Vermögen der Ent-

ladung auf; die Zerstörung des elektrischen Organes einer Seite hebt die Wirkung des andern nicht auf. Auch ist es von allen Beobachtern anerkannt, dass die Entladung nicht bei jeder Berührung erfolgt, sondern von der Willkühr des Fisches abhängt, so dass man ihn oft erst reizen muss, oder dass, wenn v. Humboldt und Bonpland den Fisch an Kopf und Schwanz anfassten, nicht immer sogleich der Schlag erfolgte und auch nicht immer beide den Schlag erhielten. Hieraus scheint hervorzugehen, dass die elektrischen Fische selbst die Richtung der Entladung bestimmen können. Zuweilen sträubt sich das Thier bei Quälereien, ohne Schläge zu ertheilen. Die Schläge scheint es selbst kaum zu empfinden. Beim Zitteraal bemerkt man bei der Erschütterung gar keine Bewegung, beim Zitterrochen nur eine geringe Bewegung der Brustflossen; dagegen sind die elektrischen Fische in Wunden für den künstlichen galvanischen Reiz vollkommen sensibel. Anderseits erleiden Zitteraale, indem sie den Schlag eines andern leiten, keine krampfhaften Bewegungen, wie v. Humboldt gesehen.

Der elektrische Schlag wird fühlbar, wenn das Thier zu dessen Ertheilung geneigt ist, sey es nun, dass man mit einem einzelnen Finger nur eine einzige Oberfläche der Organe berühre, oder dass man mit beiden Händen seine beiden Oberflächen oben und unten anfasse. In beiden Fällen ist es gleichgültig, ob die Person, welche den Fisch berührt, isolirt sey oder nicht. v. Humboldt. In vielen Punkten stimmen nun Zitterrochen und Zitteraal überein, in einigen weichen sie ab. Gay-Lussac und v. Humboldt haben darüber sehr schöne Aufschlüsse gegeben. Wenn eine Person den Zitterrochen mit einem einzigen Finger berührt, so erfolgt die Entladung, die Person mag isolirt seyn oder nicht. Wenn sie aber isolirt ist, so muss die Berührung unmittelbar seyn. Man berührt den Zitterrochen mit Metall ohne Erfolg, während der Zitteraal seine Stösse durch das Mittel eines mehrere Fuss langen Eisenstabes ertheilt. Wird ein Zitterrochen auf eine ganz dünne Metallscheibe gelegt, so fühlt die Hand, welche die Scheibe hält, niemals eine Erschütterung, wenn gleich eine zweite isolirte Person das Thier reizt, und obschon die krampfhaften Bewegungen der Brustflossen sehr starke Entladungen darthun. Wird hingegen der auf der Metallscheibe liegende Zitterrochen, wie vorher, von Jemand mit der einen Hand gehalten, mit der andern Hand an der obern Fläche berührt, so wird alsdann eine kräftige Erschütterung in beiden Armen verspürt. Die Empfindung ist die nämliche, wofern der Fisch sich zwischen zwei Metallscheiben befindet, deren Ränder sich einander nicht berühren, und wenn alsdann beide Hände gleichzeitig an diese Scheiben gelegt werden. Wenn aber die Ränder beider Metallscheiben sich berühren, so hört jede Erschütterung auf, die Kette zwischen beiden Oberflächen des elektrischen Organes wird alsdann durch die Scheiben gebildet, und die neue Verbindung, welche durch Berührung beider Hände mit den Scheiben zu Stande kommt, bleibt ohne Wirkung.

Ungeschwächte elektrische Fische wirken gleich stark unter

dem Wasser und in der Luft. Bilden mehrere Personen die Kette zwischen der obern und untern Fläche des Fisches, so wird die Erschütterung nur dann fühlbar, wenn jene Personen sich die Hände benetzt haben. Die Wirkung wird dagegen nicht unterbrochen, wenn zwei Personen, die mit ihren rechten Händen den Zitterrochen halten, statt sich mit der linken zu fassen, jede ein metallenes Stäbchen in einem auf einem isolirten Körper befindlichen Wassertropfen einsenken. Gay-Lussac et Humboldt, *ann. de chemie* 65. 15. A. v. Humboldt's *Reise in die Aequinoctialgegenden des neuen Continents.* 3. *Theil. p.* 295—324. Treviranus *Biol.* 5. 144—180.

Schon J. Davy beobachtete ein elektrisch verschiedenes Verhalten der Oberflächen der elektrischen Organe des Zitterrochen. Dasselbe fanden Linari und Matteuci. Die Richtung der Strömung ist durchgehends vom Rücken nach der untern Bauchgegend, und der Rücken lässt sich als der positive, der Untertheil des Bauches als der negative Pol des Organes betrachten. Berühren die Dräthe des Galvanometers Rücken und Bauch zugleich, so tritt keine Abweichung der Nadel ein.

Spallanzani wollte bemerkt haben, dass der Zitterrochen seine elektrische Kraft durch Abziehen der Haut verliere. Nach Matteuci wird die Fähigkeit zu Entladungen nur dadurch geschwächt. Die Entladungen erfolgen sogar noch, wenn Scheiben von dem Organ weggeschnitten worden.

Eigentliche physiologische Versuche an den Nerven der elektrischen Fische sind noch wenig angestellt worden. Als das Gehirn eines Zitterrochens der Länge nach getheilt wurde, beobachtete Davy noch fortdauernde Schläge, diese hörten aber auf, als das Gehirn herausgenommen war, auch wurde kein Schlag erhalten, als Davy mit einem scharfen Instrument die elektrischen Nerven reizte. Einmal, als ein kleines Stück Gehirn zufällig übrig gelassen war, das mit den elektrischen Nerven an der einen Seite zusammenhing, gab der Fisch bei der Reizung einen Schlag. Nach Matteuci nimmt die Intensität des Schlags ab, wenn man die Zahl der zu dem Organ gehenden Nervenfäden vermindert; nach der Durchschneidung sämmtlicher Nerven des Organes hört die Entladung auf. Der Tod des Fisches von Morphium ist von starken Schlägen und Convulsionen begleitet. Hat der Zitterrochen aufgehört auf Reizung Schläge zu ertheilen und berührt man dann die Stelle des Gehirns, wovon die Nerven der elektrischen Organe abgehen, so erhält man stärkere Schläge als gewöhnlich. Matteuci schliesst aus diesen Thatsachen, dass die Elektricität des Zitterrochens sich nicht in den Organen erzeugt, dass die Strömung ihre Richtung von dem Gehirn erhält und dass die Elektricität in dem Apparate nur verstärkt wird, wie in einer Leidner Flasche oder secundären Säule. Dies erscheint mir indess keineswegs aus den Beobachtungen zu folgen. Denn dann müssten sich nach Entfernung der elektrischen Organe noch vom Gehirn aus elektrische Ströme erregen und nachweisen lassen. Das Gehirn kann durch Erregung eines heterogenen chemischen Zustandes in den Organen diese laden, oder wenn

sie an und für sich durch sich selbst geladen werden, die Entladung bewirken.

Die elektrischen Erscheinungen der elektromotorischen Fische sind durch besondere Apparate bewerkstelligt. Ob aber sonst im Thierreich und beim Menschen durch die gewöhnlichen organischen Thätigkeiten sich Elektricität entwickele, ist eine andere Frage. Elektrische Materie ist im Zustande des Gleichgewichtes von + E — E in allen Körpern und lässt sich durch Contact auch in den lebenden Fröschen in + E und — E trennen, d. h. zur Erscheinung bringen. Im Frühjahre vor der Begattung besitzen die Frösche eine ausserordentliche Reizbarkeit für das galvanische Fluidum und dann erhält man am Leichtesten folgende von mir beobachtete Phänomene. Man nehme einen auf die gewöhnliche Weise präparirten Froschschenkel, lege ihn auf eine Glasplatte. Wenn man in die eine Hand eine Zinkplatte nimmt und mit dieser Platte den Nerven berührt, während ein Finger der andern Hand den Froschschenkel berührt, so entsteht jedesmal eine starke Zukkung; mit einer Kupferplatte geht es auch, aber schwächer. Legte ich den Nerven des Schenkels auf eine Zinkplatte und verband Nerven und Schenkelmuskeln durch ein Stück von einem Frosch, so entstand jedesmal auch eine Zuckung. Diess geschah sogar, wenn die Zinkplatte, worauf der Nerve der Schenkelmuskeln lag, der Oberfläche des Schenkels genähert wurde. Endlich bewirkte ich an einem blossen Unterschenkel mit heraushängendem Stamm des Schenkelnerven selbst Zuckung, wenn ich den Nerven mit einem isolirenden Stäbchen dem Unterschenkel näherte und mit dem Nerven die nasse Oberhaut des Unterschenkels berührte. Auch erfolgte eine Zuckung, wenn ich den Nerven vom Unterschenkel wieder abzog. Dieser Versuch, der auch v. Humboldt schon einmal in anderer Art gelang, ist äusserst merkwürdig, und der einfachste galvanische Versuch, den man an einem Frosche machen kann. Es ist gar kein Metall dazu nothwendig; der Unterschenkel mit heraushängendem Schenkelnerven muss aber auf einer Glasplatte liegen. Man hebt den Nerven auf einem Federkiel sanft auf und berührt mit dem Nerven nur den Unterschenkel, den Nerven zurückbeugend, so erfolgt zuweilen eine Zukkung. Complicirter ist der von mir angestellte Versuch, dass man zwischen dem Nerven des präparirten Froschschenkels und dem Unterschenkel die Kette schliesst durch zwei lebende Frösche oder zwei Froschbeine; ja selbst Stücke von einem todten faulenden Frosche sind zur Schliessung der Kette hinreichend. Legt man den Schenkelnerven, der am Unterschenkel heraushängt, in ein Schälchen mit Blut oder mit Wasser (gleichviel) und verbindet das Wasser und die Oberschenkelmuskeln mit einem Kupferdrath, so entsteht auch wieder eine Zuckung, eben so gut, wie wenn man den Nerven selbst und den Oberschenkel durch einen Kupferdrath oder durch ein Stück frisches oder faules Muskelfleisch verbindet. Als ich zuerst die Zuckung gesehen hatte, wenn ich mit meinem eigenen Körper die Kette zwischen dem auf einer Zinkplatte liegenden Nerven und dem Unterschenkel schloss, glaubte ich, dass die Elektricität meines eigenen Körpers

dieses Phänomen bewirke; davon kam ich aber sogleich zurück, als ich sah, dass ein todter Frosch, ein Stück faules Muskelfleisch dasselbe that, und als ich mit Kupferdrath und Wasser die Kette zwischen *Nerv. ischiadicus* und Oberschenkelmuskeln schliessend, schon eine Zuckung bewirkte. Endlich beweist der Versuch, wo ich (fast wie v. Humboldt) durch blosses Umbeugen des Nerven gegen den noch mit der Oberhaut versehenen Unterschenkel Zuckung bewirkte, ohne Zwischenstück von Metall oder Muskelfleisch, dass zum einfachsten elektrischen Phänomen an Fröschen und Theilen eines Frosches bloss gegenseitige Berührung des anderseits organisch zusammenhängenden Nerven und Muskels nöthig ist, und dass das Phänomen durch Zwischenglieder von Metall, Muskelstücken (faul oder frisch), nur verstärkt wird. Entweder entsteht nun in den lebenden Körpern freie Elektricität durch den Lebensprocess, die nach ihrer Vertheilung beim Contact gewisser Theile überströmt und Zuckungen hervorruft, oder es entsteht bloss durch die chemische Heterogenität von Nerven und Muskeln eine elektrische Spannung, welche bei der kettenartigen Verbindung ins Gleichgewicht gesetzt wird und die Zuckung bewirkt. Alle die beschriebenen Phänomene gelingen nur vor der Begattungszeit, entweder wegen grösserer Reizbarkeit, oder wegen wirklich stärkerer Elektricitätsanhäufung.

Aus allen vorher angeführten Beobachtungen geht nun hervor, dass die in den thierischen Körpern im Tode wie im Leben der Thiere, gleichwie in allen andern Körpern, befindliche elektrische Materie unter gewissen Umständen in Spannung tritt oder in + E und — E zerlegt wird. Die Entladung entsteht am Froschschenkel sogleich bei der Schliessung der Kette zwischen den verschieden geladenen Muskeln und Nerven. Der Froschschenkel ist aber in diesem Falle selbst das feinste Elektrometer, indem die in ihm selbst entwickelte Elektricität auch die Zukkung desselben bewirkt. Ob die verschiedene elektrische Ladung von einerseits organisch verbundenen, anderseits äusserlich getrennten Muskeln und Nerven des Froschschenkels, eine Folge des Lebensprocesses ist, oder bloss eine hier wie überall durch die chemische Heterogenität der Stoffe bewirkte elektrische Spannung der vorher ruhend vorhandenen elektrischen Materie ist, und ob daher selbst ein todter Nerve und Muskel noch sich in diese elektrische Spannung versetzen, lässt sich nicht ausmachen; denn der todte Froschschenkel zeigt wegen des Verlustes der Zusammenziehungskraft der Muskeln nicht mehr die elektrische Spannung an, wenn sie auch in ihnen vorhanden wäre. Es ist über eine den Lebensprocess begleitende Elektricitätserregung viel Fabelhaftes vorgebracht worden. Die Wahrheit ist, dass elektrische Erscheinungen ohne Friction in thierischen Körpern nur sehr schwach sich äussern, obgleich die mannigfaltigen Stoffumwandlungen nicht ohne einige Elektricitätsentwickelung vorgehen zu können scheinen. Das einzige, was man vom Menschen hierüber Thatsächliches hat, sind die Untersuchungen von Pfaff und Ahrens, Meckel's *Archiv* 3. 161. Die Versuche wurden mit einem Goldblattelektrometer angestellt, nachdem die Personen

sich auf ein *Isolatorium* begeben. Die Collectorplatte des auf das Elektrometer aufgeschraubten Condensators wurde von der Person berührt, die obere Platte desselben war mit dem Erdboden in leitender Verbindung. Die Resultate sind:

1. In der Regel ist die eigenthümliche Elektricität des Menschen im gesunden Zustande positiv.

2. Selten übersteigt sie an Intensität die Elektricität, welche das mit dem Erdboden in leitender Verbindung stehende Kupfer mit dem Zink hervorbringt.

3. Reizbare Menschen von sanguinischem Temperament haben mehr freie Electricität als träge von phlegmatischem Temperament.

4. Des Abends ist die Menge der Elektricität grösser als zu den anderen Tageszeiten.

5. Geistige Getränke vermehren die Menge der Elektricität.

6. Die Weiber sind öfter als die Männer negativ elektrisch, doch ohne bestimmte Regel. Gardini hatte zur Zeit der Menstruation wie auch während der Schwangerschaft negative Elektricität gefunden.

7. Im Winter sehr durchkältete Körper zeigen erst keine Elektricität, die aber allmählig mit der Erwärmung zum Vorschein kommt.

8. Auch der ganz nackte Körper, so wie jeder Theil des Körpers, zeigt dieselben Phänomene.

9. Während der Dauer rheumatischer Krankheiten scheint die Elektricität auf 0 zu sinken und so wie die Krankheit weicht, wieder zum Vorschein zu kommen. v. Humboldt (*über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. I. p.* 159) hatte bemerkt, dass Rheumatische für den schwachen Strom der einfachen galvanischen Kette isolirend seyen.

Dass manche Lebensactionen durch Elektricität erzeugt werden sollen, besonders die Nervenaction, und dass elektrische Ströme im thierischen Körper circuliren, davon hat man viel gedichtet. Nichts dieser Art ist erwiesen. Person (Magendie *Journ. de Physiol.* 10. 216.) so wenig als ich haben je mit dem empfindlichsten Elektrometer Strömungen in den Nerven wahrgenommen. Darüber werde ich ausführlicher bei den Nerven handeln. Pouillet glaubte bei der *Acupunctur* elektrische Strömungen an den eingestochenen Nadeln zu erkennen, hat aber selbst seine Täuschung anerkannt. (Magendie *J. d. Ph.* 5. *p.* 5.) Hatte er in einen gesunden oder kranken Theil eine Stahlnadel eingestochen und eine andere Nadel in den Mund genommen, und brachte er nun die Conductoren des Galvanometers mit beiden Nadeln in Verbindung, so bemerkte er mehrmals kurze Zeit nachher Schwankungen der Magnetnadel des Instrumentes, was ich bei Wiederholung des Versuchs nicht fand. Pouillet kam aber auf den Gedanken, dass die Elektricität von der Oxydation der eingestochenen Nadeln herrühre, wie denn ein sehr empfindliches Galvanometer schon die Oxydation von Metall anzeigt. In der That trat keine Spur von Schwankung ein, als statt der Stahlnadeln Nadeln von Metall genommen wurden, das sich nicht leicht oxy-

dirt, Gold, Platin, Silber. In jenem Falle kann auch die Schwankung der Nadel durch Thermoelektricität veranlasst seyn, insofern das eine Ende der Nadeln durch thierische Theile erwärmt war, weil nach Seebeck's Entdeckung schon eine einfache Metallstange durch verschiedene Erwärmung an beiden Enden galvanisch wird. Neulich hat Donné mittelst eines sehr empfindlichen Galvanometers wirklich eine elektrische Reaction zwischen der äussern und innern Hautoberfläche entdeckt, welche er von dem alkalischen und sauren Verhalten der Secreta ableitet. *Ann. des sciences nat.* 1834. *Févr.* Matteuci hat bei einem Kaninchen, dessen Magen und Leber mit den Platinenden eines empfindlichen Galvanometers verbunden wurden, eine Abweichung von 15—20 gesehen. Dass diese Reaction nicht von der chemisch verschiedenen Natur der Secreta abhänge, schliesst er daraus, dass die Reaction nach dem Tode der Thiere sehr schwach war oder ganz aufhörte. An den Nerven selbst beobachtete Matteuci kein elektrisches Verhalten; er fand aber auch, dass die Nerven, selbst wenn sie den Strom einer galvanischen Säule leiten, auf das Galvanometer nicht wirken. Hieraus sieht man ein, dass, wenn wirklich elektrische Ströme in den Nerven vorhanden wären, sie durch das Galvanometer nicht leicht entdeckt werden können. Matteuci *L'institut Nr.* 75. Ueber die Elektricität des aus der Ader gelassenen Blutes, der Galle, des Urins, hat Bellingeri (*experimenta in electricitatem sanguinis, urinae et bilis. Mem. d. A. d. Tor. V.* 81. Froriep's *Not.* 19. 177.) Versuche angestellt. Im entzündlichen Blut sey die Elektricität vermindert. Längst abgelassenes Blute soll seine Elektricität behalten. O wäre doch erst die freie Elektricität des Bluts überhaupt erwiesen!

Prevost und Dumas sehen die mikroskopischen platten Blutkörperchen mit Kern und Schale für galvanische Plattenpaare an, und Dutrochet sucht sogar zu beweisen, dass der Kern elektronegativ, die Schale elektropositiv sey. Eine Hypothese, welche im Abschnitt vom Blut aus empirischen Untersuchungen entkräftet werden wird. Dutrochet glaubte Muskelfasern zu bilden, als er einen Tropfen von einer wässerigen Auflösung von Eiweiss mit den Dräthen der Säule in Verbindung brachte. Es entstanden an den Polen Wellen, an dem Kupferpol eine durchsichtige, an dem Zinkpol eine trübe Welle, die gegen einander wuchsen und in der Berührungslinie eine gekräuselte Faser bildeten. Allein diese Faser ist nichts als geronnenes Eiweiss und die von ihm beobachtete Contraction dieser Faser ist nur die mit Bewegungen der sich berührenden Wellen verbundene Absetzung des Gerinnsels. Das gebildete Gerinnsel ist vollkommen ruhig.

Mehrere Gelehrten erklären mit der Elektricität ohne alle Beweise im thierischen Körper zu viel. Hunter, Abernethy, unter uns Prochaska sind diesen Hypothesen gefolgt. Es reicht nicht hin, statt die Wirkungsart der Nerven gründlich zu untersuchen, ein Gebäude von entfernten Möglichkeiten aufzustellen. Im Buche von der Physik der Nerven werde ich zeigen, dass, obgleich sich Wirkungen elektrischer Materie in thierischen Theilen schon nach meinen eigenen Untersuchungen erzeugen lassen,

doch die Wirkungsart der Nerven sich ganz und gar von der der elektrischen Materie verschieden zeigt.

Unter den Neueren hat Meissner die Hypothese von der Elektricität als Ursache der Lebenserscheinungen im weitesten Umfange angewandt. *System der Heilkunde aus den allgemeinsten Naturgesetzen. Wien* 1832. Ohne allen Beweis, ohne welchen heut zu Tage selbst mehr wahrscheinliche Hypothesen als diese in der Physiologie nicht mehr gelitten werden können, ohne allen Beweis lässt er in den Lungen durch den chemischen Process des Athmens, bei dem Austausch des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft und der Kohlensäure aus den Lungen das Blut sich mit elektrischem Fluidum laden, während dieses Fluidum zugleich durch die Lungennerven und das Gangliensystem sich verbreiten und die Centralorgane des Nervensystems von hier aus geladen werden sollen; er lässt das geladene Gehirn, worin der Wille wirkt, durch Abgabe eines elektrischen Funkens an den bestimmten Nerven irgend ein bestimmtes Organ zur Thätigkeit reizen. Das in die Muskeln strömende elektrische Fluidum bilde um alle einzelnen, der Länge nach fadenartig an einander haftenden Atome des Muskels elektrische Atmosphären, treibe dadurch die Muskelfasern, welche an beiden Enden des Muskels fest verbunden sind, in der Mitte auseinander und bewirke eben darum die Verkürzung; wie wenn man Hollundermarkkügelchen auf einen Bindfaden reiht, mehrere solcher Fäden an beiden Enden verbindet und das Ganze an den elektrischen Conductor hängend elektrisirt, worauf das Ganze sich verkürzt, indem die Fäden aus einander fahren. Es ist nicht allein dagegen zu erinnern, dass die Muskelfasern bei der Zusammenziehung nicht aus einander fahren, sondern sich kräuseln und im Zickzack parallel bleiben, sondern es fehlt für den ganzen Traum an aller Erfahrung. Meissner erklärt auf diese Art die sogenannten thierisch magnetischen Curen. Ein gesunder Mensch, wenn er eine kleinere elektrische Atmosphäre besitzt, als ein Kranker mit gesteigerter Elektricität, wird durch Auflegen der flachen Hände auf den leidenden Theil des Kranken, durch Herabführen und plötzliches Entfernen der Hände diesem einen Theil seiner elektrischen Atmosphäre entreissen, im zweiten Fall, wenn die Elektricität des Kranken vermindert ist, wird der Eperimentator durch denselben Hergang eine Mittheilung seiner eigenen elektrischen Atmosphäre verursachen. Dann soll es auch Kranke geben, die eine überaus grosse Capacität für das elektrische Fluidum besitzen und anderen Individuen elektrisches Fluidum, selbst wenn sie wenig haben, entreissen. Kranke mit zu geringer Capacität für das elektrische Fluidum sollen dagegen durch das Bestreichen selbst ihre Elektricität an den Experimentator, wenn er stärkere Capacität für die Elektricität besitzt, abgeben, wodurch bald der Kranke, bald der Experimentator gefährdet werden soll. Meissner a. a. O. p. 135. Man untersuche doch lieber erst, ob beim Bebrüten, Athmen u. s. w. sich Elektricität erzeugt. Pouillet hat zu beweisen gesucht, dass bei der Vegetation der Pflanzen sich sehr viel Elektricität erzeugt. Pouillet untersuchte zuerst

die Elektricität bei der Kohlensäurebildung. Er brachte einen Cylinder von Kohle auf die Platte eines Condensators, zündete die obere Basis des Cylinders an, und unterhielt das Verbrennen durch einen mässigen Luftstrom. In wenigen Augenblickeu war der Condensator mit — E. geladen, dagegen die gebildete Kohlensäure, die in der Höhe von einigen Zollen mit einer zweiten, mit dem Condensator in Verbindung stehenden Messingplatte aufgefangen wurde, + E. zeigte. Zur Untersuchung der bei der Vegetation sich entwickelnden E. nahm Pouillet 12 Glasgefässe von 8 — 10 Zoll Durchmesser, die er äusserlich und nur gegen den Rand hin in einer Ausdehnung von 1 — 2 Zoll mit einem Firniss von Gummilack überzog. Diese stellte er in zwei Reihen auf ein sehr trocknes Holz. Er füllte sie mit Gartenerde und setzte sie in Communication durch Metalldräthe, die vom Innern des einen Gefässes in das Innere des andern reichten, so dass das Innere aller Gefässe einen einzigen Conductor bildete. Wenn sich in diesen Gefässen Elektricität entwickelt, so kann sie sich in alle Kapseln vertheilen, und wegen des Firnisses am Rande nicht entweichen. Man bringt nun die obere Platte des Condensators mit einem der Gefässe durch einen Messingdrath in Verbindung, und die untere Platte in Verbindung mit dem Boden. Nach dieser Vorbereitung säete er Samenkörner in die Erde. Nach einigen Tagen entwickelte sich Elektricität, und zwar Harzelektricität in den Gefässen, und also Glaselektricität in den entwickelten Gasen. Diess geschah so lange, bis die Luft des Zimmers feucht wurde. *Annal. de chim. et de phys.* 35. 420. Diese Versuche muss man mit der nöthigen Modification an bebrüteten Eiern und an Thieren in Beziehung auf die Kohlensäurebildung beim Athmen wiederholen.

Die Untersuchungen von Ed. Weber (*quaestiones physiologicae de phaenomenis galvano-magneticis in corpore humano observatis. Lips.* 1836.) legen eine sichere Grundlage für die Beobachtung galvanischer Erscheinungen am thierischen Körper. Es kam zunächst darauf an, die Leitungsfähigkeit des thierischen Körpers im Vergleich mit Metall und Wasser für einen gleichen galvanischen Strom zu kennen. Zu diesen Versuchen bediente sich Weber des Gauss'schen Magnetometers. Die Elektricität wird hierbei von einem magnetisch-elektrischen Elektromotor erregt und durch die Conductoren dem Multiplicator zugeleitet, dessen Nadel aber hier durch einen Magnetstab von 25 Pfund ersetzt wird. Bewegungen dieses an einem Faden aufgehängten Balkens, welche dem unbewaffneten Auge entgehen, können hier noch von einem entfernten Beobachter gemessen werden, wozu ein dem Balken angefügter Spiegel und ein Teleskop in 5 Meter Entfernung aufgestellt dienen. Die in Hinsicht ihrer Leitungskraft zu untersuchenden Materien werden in einer Unterbrechung eines der Conductoren angebracht. Die Leitungskraft des Wassers für die galvanische Elektricität verhält sich nach Weber zu der des Kupfers bei gleicher Länge und Dicke der leitenden Materien wie 6865 Millionen zu 1. Nämlich ein Kupferdrath von 6865 Millionen Millimeter Länge leitete noch so stark als eine gleich

dicke Wassersäule von 1 Millimeter Länge. Die Leitungskraft des Wassers wird durch erhöhte Temperatur vermehrt, die des Metalls vermindert. Aus den Beobachtungen von Weber geht hervor, dass keine Substanz im menschlichen Körper den Galvanismus so gut wie Metalle leitet. Denn die verschiedenen Theile des menschlichen Körpers leiten nicht besser als es sich von einem von Blut und salzigen warmen Flüssigkeiten durchdrungenen Körper erwarten lässt, nämlich 10—20 mal besser als gleich warmes destillirtes Wasser, was mit der Leitungskraft warmen salzigen Wassers übereinstimmt. Hierdurch wird die Annahme derjenigen widerlegt, welche die Nerven für sehr gute Leiter gleich den Metallen halten. Die Epidermis isolirt besonders, wenn sie trocken ist, in diesem Fall leitet sie 50 mal schlechter als der übrige Körper. So wie verschiedene Metalle am todten Körper Hydrogalvanismus erzeugen, ebenso auch am lebenden Körper. Weber beobachtete es nicht bloss bei der Berührung von Kupfer und Zink, die metallisch verbunden waren, sondern auch bei der Berührung des Körpers mit Kupfer und Kupfer, wenn sie kettenartig verbunden waren. Hieraus ergiebt sich, dass die Versuche von Donné, Matteuci und Anderen über mit dem Galvanometer beobachtete galvanische Strömungen im thierischen Körper ohne alle Beweiskraft für die Existenz wirklicher elektrischer Strömungen im lebenden Körper sind. Weber hat auch die Erzeugung des Thermogalvanismus am thierischen Körper beobachtet, wenn nämlich die Enden eines Bogens von Kupfer mit den Händen angefasst werden, wovon die eine in kaltes, die andere in warmes Wasser getaucht wird. Das verhält sich also wie bei den Metallen.

Um Quellen des Galvanismus im lebenden Körper zu entdecken, ist es nöthig, eine Methode anzuwenden, wobei der Contact der Metalle und des Körpers so wie die Unterbrechung des galvanischen Stromes nicht nothwendig sind. Weber suchte daher die etwa vorhandenen Ströme auf einen eisernen dem Körper genäherten Stab zu leiten. Denn es ist gewiss, dass ein galvanischer Strom, der an einem Stab von weichem Eisen vorbeigeht, diesen magnetisch macht, wodurch eine in der Nähe befindliche Magnetnadel angezogen wird. Diese Methode wurde von Weber nicht vergebens angewandt; er sah nämlich, dass als die Muskeln eines Menschen in der Nähe des Eisenstabes sich zusammenzogen, den Magneten sich bewegen. In wie weit diese Bewegung von galvanischen Strömen im thierischen Körper und nicht von einer anderweitigen Störung des magnetischen Zustandes des eisernen Balkens entstehe, behält sich Weber vor weiter zu untersuchen.

2. Wärmeerzeugung.

Die Wärme des Menschen beträgt in den inneren Theilen, welche zunächst zugänglich sind, wie Mund, Mastdarm u. s. w. 29,20°—29,60° R. oder 36,50°—37° C. oder 97,7°—98,6° Fahr. Die Wärme des Blutes $30\frac{1}{2}$°—31° R. (nach Magendie 31°, nach Thomson $30\frac{6}{9}$°), in Krankheiten bis $32\frac{8}{9}$—$33\frac{3}{9}$°. In

der Blausucht mit gestörter Ausbildung des arteriösen Blutes in den Lungen von Herzfehlern ist die Eigenwärme oft einige Grade schwächer, z. B. 21° R. in der Hand; in der Cholera asiat. fällt die Wärme des Mundes auf 21° und 20° R. Im Schlafe ist die Wärme des gesunden Menschen nach Autenrieth $1\frac{1}{2}$ Grad Fahr. geringer als bei Tage, Abends soll die Wärme etwas grösser als des Morgens seyn. Bei höherer Temperatur der Atmosphäre in wärmeren Climaten soll nach J. Davy die innere Körperwärme um $1\frac{1}{2}$ — 2 Grad Cent. steigen, und diess soll bei Menschen von ungleichem Alter und bei Eingebornen eben so, wie bei eingewanderten Fremden aus gemässigten Climaten seyn. Mit dem letztern Satze stehen indess die Versuche von Douville (Froriep's *Notizen. N.* 686.) im Widerspruch. Auf hohen Bergen und in niederen Ebenen ist die Temperatur der Menschen nach Becquerel's und Breschet's Versuchen gleich.

Ueber die Temperatur der Thiere haben Tiedemann und Rudolphi sehr ausführliche und vollständige Zusammenstellungen der vorhandenen Beobachtungen geliefert, wo man auch die Litteratur findet. Hiernach variirt die Temperatur der Säugethiere in den verschiedenen Gattungen. Als Beispiele können dienen der Ochse mit 37,2° bis 40° Cent., das Schaf mit 38 bis 40; das Pferd mit 36,8 bis 36,11, der Elephant mit 37,5, das Meerschweinchen mit 35,76 bis 38, der Hase mit 37,8 (das Kaninchen mit 37,48 bis 40), das Eichhörnchen mit 40,56, Phoca vitulina mit 38,89, der Hund mit 37,39 bis 38,50, die Katze mit 37 bis 39,78, Vespertilio noctula mit 38,89, Vespertilio pipistrellus mit 40,56 bis 41,11, Simia aigula mit 39,7. Die Cetaceen unterscheiden sich kaum durch ihre Temperatur von den übrigen Säugethieren. Delphinus phocaena mit 35,50 bis 37,5, Monodon monocerus 35,56, Balaena mysticetus 38,89. Siehe Tiedemann's *Physiologie I. p.* 454. Die Temperatur der Vögel scheint fast durchgängig grösser als beim Menschen und bei den Säugethieren. Als Beispiele aus Tiedemann's Zusammenstellung führe ich an: Larus mit 37,8, Tetrao albus 38,9, Hahn 39,44 bis 39,88 (Henne 39,44 bis 43,3), Taube 41,5 bis 43,1, verschiedene Arten Enten 41,11 bis 43,9, Vultur barbatus 41,94, verschiedene Falkenarten 40,28 bis 43,18, Rabe 41,1 bis 42,91, verschiedene Arten Fringilla 41,67 bis 44,03, Parus major 44,03, Hirundo lagopus 44,03.

Die Fähigkeit, Wärme zu erzeugen, kommt den warmblütigen Thieren nicht unter allen Bedingungen zu. Edwards fand dieses Vermögen bei alten Leuten geringer. Der Embryo der Säugethiere hat nur die Temperatur der Mutter, und verliert sie aus der Mutter entfernt nach den Versuchen von Autenrieth und Schuetz (*experimenta circa calorem foetus et sanguinem. Tub.* 1799.). Dasselbe schnelle Erkalten bemerkt man nach Edwards selbst bei den Neugebornen der meisten Raubthiere und Nagethiere, sobald sie bei 10 — 12° Cent. von der Mutter entfernt werden, dagegen sie an der Mutter liegend nur 1 — 2° Cent. kälter als die Mutter selbst sind. Diess gilt auch von ganz jungen Vögeln, so dass junge Sperlinge acht Tage nach dem Auskriechen, während

sie im Neste 35—36° Cent. Wärme hatten, ausser dem Neste bei 17° Cent. in einer Stunde auf 19° sanken; andere Versuche zeigten, dass hieran nicht die Nacktheit schuld ist. Froriep's *Notizen* 151. Nach Edwards Untersuchungen kommen mehrere Säugethiere in einem viel weniger entwickelten Zustande zur Welt als andere, so wie Hunde, Katzen, Kaninchen, diese haben viel weniger innere Wärme als viele andere Säugethiere, welche nicht blind geboren werden. Nach 14 Tagen gleicht sich diess aus, und jene erreichen dann das Stadium, welches diese bei der Geburt schon haben. Vergl. Legallois, Meckel's *Archiv* 3. 454. Beim Menschen ist bekanntlich das Bedürfniss äusserer Wärme zur Erhaltung der eigenen Temperatur im Zustande des Neugebornen auch sehr gross, wohl nicht minder als bei den Raubthieren und Nagethieren. Auch haben die statistischen Untersuchungen von Edwards gezeigt, dass der Mangel an Temperatur in einem bisher nicht gewürdigten Verhältniss Ursache der Sterblichkeit bei den neugebornen Menschen ist. Edwards *de l'influence des agens physiques sur la vie. Paris* 1824. Unter den erwachsenen warmblütigen Thieren zeigt sich eine gewisse Unabhängigkeit der Wärmeerzeugung von der äussern Temperatur, die indess bei der verschiedenen geographischen Verbreitung der Thiere und nach ihren inneren Lebensverhältnissen verschieden ist, und deren Grenzen die Wanderungen vieler Thiere nach Maassgabe des durch Jahreszeiten bedingten Temperaturwechsels veranlassen. Indessen dauern die Thiere der Polarländer, z. B. Säugethiere, nach Parry's Beobachtungen, selbst bei der Temperatur des Gefrierpunktes vom Quecksilber (40° Cent.), ja bis 46° unter Null aus. S. das Nähere bei Tiedemann a. a. O. p. 461. 466. Einige Säugethiere dagegen, die Winterschläfer (Murmelthiere, Siebenschläfer, Haselmaus, Hamster, Igel, Fledermäuse, Dachs, Bär, beide letztere unvollkommen), erhalten ihre Wärme nur bei einer gemässigten äusseren Temperatur, und verlieren an Temperatur mit der äusseren Kälte, so dass sie in Asphyxie, Scheintod verfallen, und mehrere bei 10—12° Cent. unter Null sogar erfrieren. Im Allgemeinen ist die Temperatur der wachenden Winterschläfer nicht von der anderer Säugethiere verschieden, doch hat Myoxus avellanarius nach Berthold im wachenden Zustande nur $23\frac{3}{4}$° R. Mit den Erscheinungen des Winterschlafes haben uns Pallas, Spallanzani, Mangili, Prunelle, Saissy, Czermak, Berthold bekannt gemacht. Winterschläfer verfallen nicht in diesen Zustand, so lange sie in einer Temperatur von 8—9° R. erhalten werden, die Haselmaus erhält sogar bis auf 5° R. über Null ihre ganze Lebendigkeit, wie Saissy gegen Spallanzani anführt. *Mém. de Turin.* 1810—12. Meckel *Archiv für Physiol.* 3. *p.* 133. Saissy widerlegt Mangili's Angabe, dass der Winterschlaf von der Temperatur unabhängig sey, und bei späterem Herbst und früherem Frühling darum weder später einträte, noch früher aufhöre. Pallas brachte Murmelthiere in einen Eiskeller im Sommer, Saissy Igel und Siebenschläfer auf dieselbe Art zum Schlafen. Dagegen erwachen die Thiere im strengsten Winter, wenn sie in eine Temperatur von + 9—10°

gebracht werden. Czermak's Beobachtungen am Siebenschläfer Myoxus glis und Berthold's Beobachtungen an der Haselmaus Myoxus avellanarius sprechen hinwieder für einen gewissen Grad von Unabhängigkeit des Winterschlafs von der äussern Temperatur. Siehe Mueller's *Archiv* 1835. 150. 1837. 63. Die letztern verfallen in den Schlaf, sie mögen sich im Freien oder im geheizten Zimmer befinden. Die Individuen von Myoxus avellanarius, welche Berthold besass, schliefen selbst bei einer Temperatur von 8 — 14° R., obgleich der Schlaf allerdings tiefer und anhaltender ist bei einer niedern äussern Temperatur. Die Siebenschläfer fangen bei + 12° R. zu schlafen an und erwachen bei + 9° im Frühjahre. Einige, die bei + 34° R. mehrere Stunden lethargisch blieben, verfielen im Sommer bei künstlicher Kälte bis über — 20° R. keineswegs in den Winterschlaf. Die Ursache des Winterschlafs scheint daher ein allgemeiner, mit dem Jahreswechsel im Zusammenhang stehender Mangel an Lebensenergie zu seyn, und schliesst sich den Phänomenen der Mauser, des Härens, des Wanderns und den periodischen Veränderungen vieler Pflanzen an.

Berthold's Beobachtungen zeigen, dass wenn die aussere Temperatur im Zunehmen begriffen ist, dieselbe in dem Thiere nicht so schnell steigt, als im Medium. Die Thiere sind im Stande ihre Temperatur einige Grade über 0 zu erhalten, wenn die äussere Temperatur unter 0 gesunken ist. Vermindert man allmählig die Temperatur des Mediums, so nehmen die Thiere nur allmählig eine niederere Temperatur an.

Das Athmen der Winterschläfer geschieht zwar fort, aber langsam und fast unmerklich, so dass das Murmelthier 7 — 8 mal, der Igel 4 — 5 mal, die grosse Haselmaus 9 — 10 mal in der Minute athmet. Im tiefsten Erstarrungsschlafe ruht indessen das Athmen gänzlich, und man kann die Thiere nach Spallanzani's Beobachtungen dann in eine irrespirable Gasart bringen, ohne dass es ihnen schadet. Ehe dieser Zustand eintritt, verbrauchen die Winterschläfer nach Saissy's Beobachtungen auch den Sauerstoffgehalt der Atmosphäre. Dieser Verbrauch nimmt mit ihrer Wärme ab, die Absorption von Sauerstoffgas und das Aushauchen von Kohlensäure dauert aber bis zum Verbrauche der letzten Atome des Sauerstoffgases in der Atmosphäre, während die nicht winterschlafenden Thiere, Kaninchen, Ratte, Sperling, bereits starben, nachdem sie wenig Sauerstoffgas unter Glocken verbraucht hatten. Nach Prunelle ist das Arterienblut der Fledermäuse im Winterschlafe weniger hellroth. Was den Blutlauf der Winterschläfer im Erstarrungszustande betrifft, so fand Saissy, dass sich das Blut schon zu Anfange und gegen das Ende des Erstarrungszustandes äusserst langsam bewegt, dass bei völliger Erstarrung jener Thiere die Haargefässe der äusseren Theile fast leer, die grösseren Gefässe nur halb ausgedehnt sind. Nur in den Hauptstämmen der Gefässe der Brust und des Bauches zeigt sich noch eine undulatorische Bewegung des Blutes. Die Zahl der Herzschläge bei den Fledermäusen ist gegen 200 in der Minute, im Winterschlafe 50 — 55 nach Prunelle. Die Empfin-

dungskraft und die Reizbarkeit der Muskeln gegen mechanische und galvanische Reize sich zu contrahiren, nehmen im Winterschlafe ab, indessen fehlen doch nur im tiefen Erstarrungsschlafe alle Spuren von Reaction gegen Empfindungsreiz, was Saissy einigemal nur bei Igeln und Murmelthieren fand.

Nach Saissy soll das Blut der Winterschläfer (Murmelthiere, Igel) auch durch seinen geringern Gehalt an Faserstoff und Eiweiss sich auszeichnen. Die Galle soll süsslich, das Fett nicht verändert seyn. Nach Prunelle und Tiedemann (Meckel's *Archiv T.* 1. *p.* 481.) zeigt sich bei den Winterschläfern schon vor dem Winterschlafe eine scheinbar drüsige, wohl nur fettige Masse am Halse und im mediastino ant., die nach Jacobson's Bemerkung (ebend. 3. 151. 152.) unpassend mit der Thymusdrüse verglichen wurde. Otto hat gefunden, das bei diesen Thieren ein der Carotis interna zu vergleichendes Gefäss durch den Steigbügel der Trommelhöhle hindurch geht. So ist es bei den Gattungen Vespertilio, Erinaceus, Sorex, Talpa, Hypudaeus, Georhychus (Lemmus), Myoxus, Mus, Cricetus, Dipus, Meriones, Arctomys, Sciurus, die nach Otto sämmtlich bald mehr, bald weniger vollkommen in Winterschlaf verfallen. Hyrtl (Mueller's *Arch.* 1836. *XXIX.*) hat die Bildung auch beim Meerschweinchen beobachtet, dagegen sie beim Siebenschläfer, Myoxus glis, fehlt; eine ähnliche aber sehr kleine Arterie kömmt zuweilen auch beim Menschen vor. Der von Mangili bemerkten Kleinheit der Hirngefässe der Winterschläfer widerspricht Otto bestimmtest; auch fand Otto die von Saissy bemerkte Stärke der Nerven der äusseren Theile nicht. *N. act. ac. caes. nat. cur. T. XIII. p.* 1. Dass die Winterschläfer einen Theil des Herbstfettes in Nahrungstoff verwandeln, ist allgemein bekannt. Auch die Absonderungen hören nicht ganz auf. Denn Prunelle fand bei Fledermäusen vom 19. Februar bis 12. März einen Gewichtsverlust von $\frac{1}{32}$. Dass die Anhäufung des Fettes und die Vergrösserung der Drüsen in der Brust und am Halse im Herbste nicht die Ursache des Winterschlafes durch Einengung der Respirationsnerven ist, wie Prunelle glaubte, beweisen Pallas Erfahrungen, der Winterschläfer im hohen Sommer durch künstliche Kälte in den Schlaf brachte. Das Rückenmark ist beim Igel sehr kurz; allein diess ist kein allgemeiner Charakter der Winterschläfer. Die vorzüglichsten älteren Schriften über den Winterschlaf sind Saissy *recherches experimentales anatomiques chemiques sur la physique des animaux mammifères hivernans. Paris et Lyon* 1808., *übersetzt von* Nasse, Reil's *Archiv für Physiol. T. XII. p.* 293. Saissy *Mém. de Turin.* 1810—1812. Meckel's *Archiv für Physiol. T.* 3. Mangili *über den Winterschlaf, in* Reil's *Archiv. Bd.* 8. Prunelle *recherches sur les phaenomènes et sur les causes du sommeil hivernal; Ann. du mus. T.* 18. Gilbert's *Annalen. Bd.* 40. *u.* 41.

Uebersteigt die äussere Temperatur die eigene Temperatur eines Säugethieres, so steigt zwar die Wärme der letztern um einige Grade, aber nicht gleichmässig mit dem Wachsen der äussern Temperatur. Duntze (*exp. calorem animalium spectantia, Lugd. Bat.* 1754.), Fordyce, Banks, Blagden (*phil. transact.* 1775. v. 65.)

und Delaroche und Berger haben Versuche hierüber angestellt. Blagden und Andere hielten mehrere Minuten in einer trocknen Luft von + 79° R. aus. Delaroche und Berger beobachteten bei Kaninchen in einer Temperatur von 50 — 90° Cent. nur ein Steigen um einige Grade. Auch Vögel setzten sich in hoher äusserer Temperatur nicht mit dieser ins Gleichgewicht, sondern wurden bloss um 6 — 7° wärmer. *Exp. sur les effets qu'une forte chaleur produit dans l'économie animale. Paris* 1806. *Journal de phys.* 71. Reil's *Archiv* 12. 370. Die Ursache davon liegt in der durch die Verdunstung stattfindenden Kälteerzeugung. Delaroche hat dagegen beobachtet, dass Thiere in einer mit Wasserdämpfen überladenen heissen Luft, worin keine Ausdunstung stattfinden kann, 2 — 3, ja selbst 3 — 4° R. wärmer wurden als das Medium. Hierbei kömmt zugleich die grössere Wärmeleitung der feuchten Luft in Betracht. Man darf übrigens nicht vergessen, dass die Verstärkung der Verdunstung in trockner Wärme nicht bloss physikalische Ursachen hat, dass die Wärme hier eine organische Function anregt. In der That wird die Verdunstung bei grosser innerer Hitze sehr häufig durch innere Ursachen verhindert, und in manchen Fiebern ist die Haut nur darum unerträglich heiss, weil sie trocken und die Ausdunstung verhindert ist.

Den kaltblütigen Thieren hat man häufig eine eigene Temperatur abgesprochen, was aber nicht statthaft ist. Was zuerst die Amphibien betrifft, so haben Untersuchungen von J. Davy, Czermack, Wilford, Tiedemann gezeigt, dass die Temperatur dieser Thiere mit der äussern Temperatur im Allgemeinen bis zu einem gewissen Punkte sinkt, aber doch die äussere meist um 1 oder mehrere Grade übertrifft, dass die Temperatur der Amphibien eben so mit der äussern Temperatur steigt, aber nur bis zu einem gewissen Punkte stärker als dieselbe ist, bei höheren Temperaturgraden aber selbst geringer ist. Besonders zahlreich sind die Versuche von Czermack über die Temperatur der Amphibien. Baumgaertner's und Ettinghausen's *Zeitschrift für Physik und Mathematik.* 3. *Bd.* 385.

Bei nackten Amphibien war das Plus der eigenen Temperatur weniger gross als bei den beschuppten Amphibien. So war die Temperatur eines Proteus 14° R. bei $10\frac{1}{2}$° der Luft, $16\frac{1}{8}$° bei 14° der Luft; $14\frac{3}{4}$° bei $10\frac{1}{4}$° des Wassers. Ein Frosch hatte $7\frac{1}{8}$° R. bei $5\frac{1}{2}$° des Wassers, $6\frac{1}{3}$° bei $10\frac{1}{8}$° der Atmosphäre. Die auffallendsten Unterschiede von mehreren Graden Reaumur fand Czermack bei Vergleichung der Temperatur der Eidechsen und Schlangen mit der des Mediums. Vergl. J. Davy, Froriep's *Not.* 579.

J. Davy fand die Temperatur einer Schlange 31,370 C. bei 27,50 der Luft, 32,22 bei 28,30 der Luft, die Temperatur einer Testudo mydas 28,89 bei 29,55 der Luft, 29,44 bei 30,00 der Luft.

Tiedemann beobachtete bei Fröschen eine Temperatur, die höher als die des Wassers war; als Wasser in der Nacht gefror, blieb es um den darin befindlichen Frosch ungefroren, und der Froch hatte + 0,56° Temperatur. Tiedemann *Physiologie I.*

Die Versuche von Berthold (*neue Versuche über die Temperatur der kaltblütigen Thiere. Gött.* 1835.), welche mit besonde-

rer Sorgfalt angestellt scheinen, zeigen, dass der Unterschied der Temperatur der Amphibien von der des Mediums sehr gering ist. Es hängt einzig von der Willkühr des Beobachters ab, bei einem kaltblütigen Thiere eine bedeutend höhere, oder eine bedeutend niederere, oder kaum andere Temperatur zu finden, als die des Mediums. Denn diese Thiere erfordern, wenn sie vor dem Versuch in einer andern Temperatur sich befanden, oft eine geraume Zeit, bis sich ihre Temperatur mit der des äussern Mediums, worin das Experiment angestellt wird, ins Gleichgewicht gesetzt hat. Bei den nackten Amphibien fand Berthold im Allgemeinen eine niederere Temperatur als die der äussern Luft wegen des Verdunstungsprocesses. Diess verhielt sich auch im todten Zustande so. Die Temperatur der Frösche ist ziemlich gleich der des Wassers, wenn Frosch und Wasser neben einander beobachtet werden; hat das Wasser eine geringere Verdunstungsfläche, so ist seine Temperatur sogar noch etwas höher als die des Frosches; befindet sich der Frosch in dem Wasser, so ist beider Temperatur gleich. In der Begattung begriffene Frösche zeigen eine Temperatur, die um $\frac{1}{4}$—1° R. höher ist als die des Wassers. Die trocknen Amphibien haben bei mittlerer und höherer äussern Temperatur $\frac{1}{4}$—1° R. Wärme mehr als die Luft und das nebenstehende Wasser.

Nach Delaroche besitzen auch die Frösche eben durch Ausdünstung das Vermögen, eine geringere Temperatur bei äusserer Hitze zu erhalten. Delaroche a. a. O.

Die Temperatur der Fische ist um $\frac{1}{2}$—1$\frac{1}{2}$° höher als die des umgebenden Wassers, wie die Versuche von Martine, J. Hunter, Broussonet, J. Davy, Despretz lehren. Broussonet fand bei kleinen Fischen die Temperatur $\frac{1}{2}$—$\frac{2}{3}$° höher als im Wasser, beim Aal $\frac{3}{4}$°, beim Karpfen 1° höher. Despretz fand bei 10,83 C. Temperatur des Wassers die Temperatur bei zwei Karpfen = 11,69, bei zwei Schleien = 11,54. Becquerel und Breschet fanden beim Karpfen nur $\frac{1}{2}$ Grad Differenz zu Gunsten der Thiere. Berthold beobachtete bei Fischen gar keinen Unterschied. J. Davy fand die Temperatur eines Squalus 25 C. bei 23,75 des Meeres. Von besonderem Interesse sind J. Davy's Beobachtungen über die bedeutende Temperatur der Thunfische. *L'institut.* 108. Nach ihm hat Thynnus pelamys eine Temperatur von 99° F. bei 80,5 des Meerwassers. Auch der gemeine Thunfisch soll nach Fischernachrichten eine hohe Temperatur besitzen. Ob hiermit die von Eschricht und mir entdeckten Wundernetze an der Pfortader und an den Eingeweidearterien der Thunfische zusammenhängen, müssen fernere Beobachtungen an Thunfischen und den anderen Fischen, welche nach unseren Beobachtungen Wundernetze haben, Squalus cornubicus und Squalus vulpis, lehren. Eschricht und Mueller *über die arteriösen und venösen Wundernetze an der Leber der Thunfische. Berlin* 1836. *Abh. d. Academie d. Wissenschaften zu Berlin vom Jahre* 1836 *und Nachtrag.*

Die kaltblütigen Thiere sind zum Theil auch dem Winterschlafe unterworfen. Franklin erwähnt von mehreren Fischen, dass sie, wenn sie aufs Eis gelegt werden, fast augenblicklich

erstarren, aber nach Stunden und Tagen wieder aufleben. Man will indess öfters beobachtet haben, dass Fische im Eise sich lebend erhalten, und dass das Wasser um dieselben nicht gefroren war. *Jahresbericht der Schwed. Acad., übersetzt von* J. Mueller 1824. Pallas (Rudolphi *Grundriss der Physiologie* 1. *p.* 176.) berichtet das Wiederaufleben der Carauschen in Sibirischen bis auf den Grund gefrornen Seen, und erzählt eine ähnliche Beobachtung von Bell vom Wiederaufleben der Goldfische aus gefrornem Wasser. Bei den Amphibien beobachtet man nicht allein den Winterschlaf, vor dessen Eintritte sich die Amphibien verkriechen, sondern auch den Sommerschlaf in den heissen Climaten. In der trocknen Jahreszeit verkriechen sich die Amphibien und gerathen in einen dem Winterschlafe ähnlichen Zustand, aus dem sie in der Regenzeit wieder aufgeweckt werden. Hierüber hat A. v. Humboldt in seiner Reise sehr interessante Beobachtungen mitgetheilt. Von höheren Thieren kennt man in dieser Art nur ein einziges Beispiel, nämlich vom Tanrec, dem sogenannten Igel von Madagascar.

Ueber die Temperatur der Wirbellosen fehlt es noch an vollständigen Beobachtungen; doch zeigen die vorhandenen, dass die Wärme derselben zwar wie bei den übrigen kaltblütigen Thieren veränderlich ist nach der Temperatur des Mediums, aber doch auch bei Insecten um einen Grad höher oder niedriger seyn kann, wie die Versuche von Martine, Hausmann, Rengger und John Davy zeigen. Dagegen hat man in Bienenstöcken und Ameisenhaufen schon eine sehr viel beträchtlichere Temperatur angetroffen. Beim Flusskrebs sah Rudolphi das Thermometer von 9° R. des Wassers auf 10—12° steigen. Aehnliche, obgleich kleinere Unterschiede hat man bei Mollusken beobachtet. Eine Sammlung der einzelnen Beobachtungen findet man bei Rudolphi *Physiol.* 179. Treviranus *Biol.* 5. 20. Tiedemann *Physiol.* 476—477. Bei den Schnecken ist die Temperatur 1° höher als im Medium. Meckel's *Archiv* 8. 255.

Dass bei den Wirbellosen auch der Winterschlaf sich wiederholt, weiss man wenigstens sicher von den Insecten und den Mollusken der gemässigten und kalten Climate. Einige niedere Thiere scheinen eine ziemlich hohe Temperatur zu ihrem Medium nöthig zu haben. Ausserordentlich scheint das Beispiel der in den warmen Quellen von Abano von 22° R. lebenden kleinen Schnecken, Cyclostomum thermale Ranzani. Rudolphi sah diese noch im Wasser von 30° sich lebhaft bewegen. Indessen leben die Eingeweidewürmer des Menschen und der Säugethiere in einer gleichen, und die der Vögel in einer noch höhern Temperatur. Rudolphi bemerkt, dass die Entozoen der warmblütigen Thiere in der Kälte erstarren, aber durch warmes Wasser wieder aufleben, dagegen die der kaltblütigen sowohl die Kälte als einen hohen Wärmegrad ertragen.

Den Winterschlaf der Schnecken hat Gaspard beschrieben, das Herz soll nicht mehr schlagen und das Athmen aufhören, die Wiedererzeugung verschnittener Fühlhörner stillstehen. Diese Thiere verfallen auch bei grosser Wärme in einen Sommerschlaf,

wobei jedoch Athmen, Herzschlag und Reproduction fortdauern. MECLEL's *Archiv* 8.

Ich wende mich jetzt zur Untersuchung der *Ursachen* der thierischen Wärmeerzeugung. Hier ist zuvörderst die Verschiedenheit der Temperatur in verschiedenen Theilen von Interesse. J, DAVY *phil. transact.* 1814. MECKEL's *Archiv II. p.* 312. Die Temperatur nimmt gegen die äussersten Theile hin ab, wie z. B. beim Menschen die Achselhöhle 98 F. zeigte, die Leisten 96,5, Oberschenkel 94, Unterschenkel 93—91, Fusssohle 90° hatten. Sonderbar ist, dass JOHN DAVY in mehreren Versuchen die Temperatur des Mastdarms um etwas grösser als die des Gehirns fand, was mir aber doch eher Beobachtungsfehler zu seyn scheint. BECQUEREL und BRESCHET (*ann. d. sc. nat.* 1835. *Mai. Oct.*) wandten zu ihren Untersuchungen den thermoelektrischen Multiplicator an. In den zu untersuchenden Theil wird eine Nadel eingestochen, die aus zwei heterogenen Nadeln zusammengesetzt ist, die an ihren Enden zusammengelöthet sind, während die entgegengesetzten Enden mit den Dräthen eines thermoelektrischen Multiplicators in Verbindung gebracht werden. Man führt eine dieser Nadeln in den zu untersuchenden Theil ein, so dass die Verbindungsstelle beider Nadeln mitten in den zu untersuchenden Theil kommt, worauf man die beiden freien Enden mit den Dräthen des Multiplicators verbindet. Zwischen der Temperatur der Muskeln (4 Centim. Tiefe) und des oberflächlichen Zellgewebes (1 Centim. Tiefe) fanden die Verfasser einen Unterschied von 2°—1,25 Centim. zu Gunsten der Muskel, was bloss von dem Wärmeverlust an der Oberfläche des Körpers abzuleiten ist. Die mittlere Temperatur der Muskeln des Menschen ist 36°,77 Cent. Beim Hund war die Temperatur der Brust, des Unterleibs, des Gehirns gleich der der Muskeln.

Von ausserordentlichem Interesse sind J. DAVY's Versuche über den Unterschied der Temperatur beider Blutarten. J. DAVY *tentamen experimentale de sanguine. Ebinb.* 1814. MECKEL's *Archiv I.* 109. Es waren an Schafen und Ochsen 11 Versuche. Zieht man aus DAVY's Versuchen das Mittel, so folgt, dass das Arterienblut um etwa 1—1½ Grad Fahr. wärmer ist als das Blut der Venen. MAYER (MECKEL's *Archiv* 3. 337.) fand sogar, dass das Blut der *vena jugularis* um 1—2° R. kälter war als das Blut der *carotis;* niemals aber konnte er, wie DAVY, einen Unterschied in der Temperatur des Blutes beider Herzhälften nachweisen. Aehnliches hatte SAISSY bei winterschlafenden Thieren beobachtet. BECQUEREL und BRESCHET haben diesen Gegenstand weiter untersucht; sie bedienten sich des thermoelektrischen Multiplicators und fanden den mittlern Unterschied des Arterien- und Venenblutes (*aorta* und *vena cava desc.*) beim Hunde 1°,01 Cent., des Bluts in der *arteria* und *vena cruralis* 0°,90. Die Differenz der Temperatur des Bluts im linken und rechten Vorhof eines Truthahns betrug 0°,90 zu Gunsten des linken Vorhofs. Die Temperatur der arteriellen und venösen Systeme nimmt vom Herzen nach den Extremitäten ab. *L'institut.* 190. Diese Thatsachen führen zunächst zur Untersuchung der Theorie, dass die thierische

Wärme ihre Quelle in den Lungen habe. Nach der Hypothese von LAVOISIER und LAPLACE, welcher die meisten neueren Chemiker gefolgt sind, wird beim Athmen der Sauerstoff der Atmosphäre mit Kohlenstoff des Blutes verbunden, und als Kohlensäure ausgeathmet. Wenn nun beim Athmen mehr Sauerstoff der Atmosphäre verschwindet, als in der ausgeathmeten Kohlensäure enthalten ist, so wird in einer zweiten Hypothese angenommen, dass das nicht auf Kohlensäure verwandte Sauerstoffgas sich durch Verbindung mit Wasserstoff des Blutes in Wasser verwandle und ausgehaucht werde. Nimmt man diese Hypothese an, so kann man die Ursache der thierischen Temperatur in jener Wärme suchen, welche durch die Vereinigung des Sauerstoffes der eingeathmeten Luft mit dem vom Blute herstammenden Kohlenstoff der Kohlensäure und des Sauerstoffes mit Wasserstoff zu Wasser entsteht. CRAWFORD (*Versuche und Beobachtungen über die Wärme der Thiere. Leipz.* 1799) suchte diess noch wahrscheinlicher zu machen, indem er angab, wie die Verbreitung der Wärme, die einmal in den Lungen entstanden, leichter erklärt werden könne, dass das arterielle Blut eine grössere Wärmecapacität als das venöse, ungefähr im Verhältnisse von 11,5:10,0 besitze. So soll die in den Lungen entstandene Wärme zur Beibehaltung der Temperatur des arteriellen Blutes angewendet, und dann überall im Körper frei werden, wo die Organe sich aus dem Blute ernähren, und das arteriöse Blut in venöses übergeht. J. DAVY hat indess gezeigt, dass die Wärmecapacität beider Blutarten entweder gar nicht oder nur sehr unbedeutend (wie 10,11:10,00) differire.

Es lässt sich aber direct berechnen, wie viel Wärme durch das Athmen entstehen kann, angenommen, dass die chemische oder Verbrennungstheorie vom Athmen richtig wäre. Diese Arbeit haben DULONG und DESPRETZ unternommen. DULONG brachte verschiedene, sowohl fleisch- als pflanzenfressende Säugethiere und Vögel in einen Behälter, worin die Veränderungen der Luft bei dem Athmen bestimmt und die Producte quantitativ gemessen werden konnten, während der Wärmeverlust der Thiere zugleich berechnet wurde. DULONG fand, dass von allen Thieren mehr Sauerstoffgas verzehrt als in Kohlensäure verwandelt wurde. Bei den Pflanzenfressern betrug diese Absorption des Sauerstoffgases nur $\frac{1}{10}$ im Durchschnitt, bei den Fleischfressern war die geringste Quantität des absorbirten d. h. nicht in Kohlensäure verwandelten Sauerstoffgases $\frac{1}{5}$, die grösste Qantität $\frac{1}{2}$ der verwandten Menge des Gases. Nimmt man nun an, dass das Sauerstoffgas durch seine Verwandlung in kohlensaures Gas beim Athmen eine gleich grosse Wärme erzeugt, als dieselbe Quantität Kohlensäuregas durch Verbrennung von Kohle in Sauerstoffgas, und geht man dabei von der Bestimmung der Wärmequantität aus, wie sie von LAPLACE und LAVOISIER angegeben wird, so beträgt sie nicht mehr als 0,7 der Wärme, welche das pflanzenfressende Thier in derselben Zeit verliert, und $\frac{1}{2}$ derjenigen, welche das fleischfressende Thier einbüsst. Nimmt man ferner an, dass das Sauerstoffgas, welches durch das Athmen absorbirt und der Luft nicht in Form

von Kohlensäure zurückgegeben wird, zur Bildung von Wasser verwandt wird, und dass dabei so viel Wärme sich entwickelt, als wenn eine gleiche Quantität Sauerstoff durch Verbrennung mit Wasserstoff in Wasser verwandelt wird, so entspricht die ganze Quantität der Wärme, welche durch die Verbindung des Kohlenstoffes und Wasserstoffes mit Sauerstoff entsteht, 0,75 — 0,80 derjenigen Wärme, welche in gleicher Zeit von fleischfressenden sowohl als pflanzenfressenden Thieren entwickelt wird. Also würde das Athmen im Durchschnitt $\frac{3}{4}$ — $\frac{4}{5}$ der thierischen Wärme hervorbringen. Nach Berzelius im *Schwedischen Jahresbericht, übersetzt von* J. Mueller. *Bonn* 1824. *p.* 67. Vergl. *Neues Journal für Chemie und Physik. N. R. Bd.* 8. *S.* 505.

Despretz schloss Thiere $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden in einem mit Wasser umgebenen Behälter ein, zu welchem ununterbrochen Luft ab- und zugeleitet wurde, und bestimmte deren Menge und Zusammensetzung vor und nach dem Versuche, so wie die durch die thierische Wärme bewirkte Wärmezunahme des umgebenden Wassers; die durch Verbrennung des Kohlenstoffes und Wasserstoffes beim Athmen nach der chemischen Theorie hervorgebrachte Wärme betrug 0,75 — 0,91 von der, welche das Thier in derselben Zeit entlässt. Gmelin's *Chemie T.* 4. *p.* 1523. *Ann. d. chim. et de phys.* 26. 338.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass es noch andere Quellen der thierischen Wärme als das Athmen geben müsse, selbst wenn man der chemischen Theorie vom Athmen huldigt. Allein es ist äusserst unwahrscheinlich, dass sich das beim Athmen verdunstende Wasser aus Elementen bildet, wie später beim Athmen gezeigt wird, und es ist vielmehr überaus wahrscheinlich, dass Sauerstoff im Blute bleibt; man kann daher nur die von der Kohlensäurebildung entstandene Wärme in Anschlag bringen, welche nach Dulong bei Pflanzenfressern 0,7, bei Fleischfressern $\frac{1}{2}$ der thierischen Wärme beträgt. Ausserdem ist es noch eine blosse Hypothese, dass der Sauerstoff der Atmosphäre sich beim Athmen mit Kohlenstoff des Blutes zu Kohlensäure verbindet, obgleich neue Thatsachen es unwahrscheinlich machen, dass die Kohlensäure schon im Blute gebildet ist, und nur ausgehaucht wird, während der Sauerstoff der Atmosphäre mit dem Blute sich verbindet. Nach dieser letzten Ansicht würde sich der Sauerstoff mit Kohlenstoff erst in dem Wege der Circulation des Blutes zu Kohlensäure verbinden, und dem Blute eine höhere Temperatur mittheilen, wobei sich nun die Erscheinungen eben so gut, wie bei der andern Hypothese erklären lassen. Wo nun die Quelle der Kohlensäurebildung seyn mag, in den Lungen oder im Blute, jedenfalls wäre der eingeathmete Sauerstoff hierzu die nächste Veranlassung, und man könnte also das Athmen unmittelbar oder mittelbar für eine Quelle der thierischen Wärme ansehen, und die von Dulong erlangten Resultate, dass von Kohlensäurebildung bei Pflanzenfressern 0,7, bei Fleischfressern 0,5 der thierischen Wärme entstehen, annehmen. Hieraus würde sich also erklären lassen, warum der Embryo noch keine merkliche eigene Wärme besitzt, weil noch kein Sauerstoff eingeath-

met wird, und warum Blausüchtige, bei denen die Verwandlung des Blutes durch das Athmen wegen Fehler der Kreislaufsorgane gehemmt ist, um einige Grade zuweilen kälter sind, warum die kaltblütigen Thiere, bei welchen nur ein Theil des Blutes oxydirt wird, nur eine sehr unbedeutende eigene Temperatur besitzen. Bei den Amphibien athmet nur ein Theil des Blutes während des allgemeinen Kreislaufes. Bei den Fischen, wo zwar alles Blut während des Durchganges durch die Kiemen athmet, ist das Resultat doch nicht grösser als bei den Amphibien, weil der quantitative Stoffwechsel beim Athmen aus der in dem Wasser aufgelösten atmosphärischen Luft ausserordentlich viel kleiner ist als bei dem Luftathmen. Um die chemische Theorie der Wärmeerzeugung durch das Athmen auf eine entscheidende Weise zu prüfen, müsste man, in der Art wie Dulông und Despretz, Versuche an kaltblütigen Thieren anstellen, um zu sehen, ob die nach den quantitativ bestimmten Producten des Athmens theoretisch berechnete Wärmeerzeugung nicht zu gross ist gegen die sehr geringe von diesen Thieren entwickelte Wärme. Diess ist eine schöne Aufgabe für chemische Untersuchungen.

Indessen muss es noch andere Quellen der thierischen Wärme geben. Einige, wie Ph. v. Walther und Paris, haben eine Hauptquelle der Wärme darin gesucht, dass die Absonderungen aus dem Blute Flüssigkeiten bilden, die eine geringere Wärmefassungskraft als das Blut haben, so dass Wärme frei werden muss. Nach Crawford ist die Capacität der Milch geringer als die des Blutes. Nach Paris (*London med. and phys. journ.* 21. 1809. Meckel's *Archiv* 2. 308.) ist die Wärmecapacität des Urins 0,777, des arteriellen Blutes 1,003. Damit stehen indess die Versuche von Nasse (Meckel's *Archiv* 1. 500.) im Widerspruch, der, so wie die Capacität des Blutes nach Davy kaum von der des Wassers verschieden ist, so auch die der Absonderungen nicht verschieden fand. Auf eine bei organischen Processen stattfindende Quelle der Wärmeerzeugung hat Pouillet (*ann. chem. phys.* 20. 141. Meckel's *Archiv* 8. 233.) aufmerksam gemacht. Alle festen Körper, sowohl unorganische als organische, werden durch Benetzung mit verschiedenen Flüssigkeiten in ihrer Temperatur erhöht. Viel grösser ist die Temperaturerhöhung bei organischen Substanzen, die in mehreren Fällen selbst 6—10° Cent. betrug. Hierauf könnte man besonders bei der Auflösung der Nahrungsmittel durch die Verdauungsflüssigkeiten rechnen, und vielleicht die während der Verdauung stattfindende gelinde Wärmevermehrung erklären. Allein grösser und allgemeiner ist gewiss die Quelle der organischen Wärme, welche bei den organischen Processen durch die Wirkung der organisirenden Kräfte auf die Materie nicht in einem, sondern in allen Organen erzeugt wird, so dass im hohen Grade des Hungers, wenn vorhandene Materie ausgeschieden, aber keine neue organisirt wird, nach Martine die Wärme bedeutend und um einige Grade abnimmt, während doch die in der Kohlensäurebildung liegende Ursache der Wärme fortdauert. (Dagegen ein von Currie erzählter Fall vom Verschliessen des Schlundes. *Wirkungen des kalten und warmen Was-*

sers. Leipz. Bd. I. p. 267.) In der Entzündung erhöht sich unter vermehrtem Blutandrange die Temperatur des entzündeten Theiles, die Thomson jedoch nicht für grösser hält als im Blute der grossen Gefässe. *Lect. on inflammation. Edinb.* 1813. 46. Becquerel und Breschet fanden in lebhaft entzündeten skrophulösen Geschwülsten eine Erhöhung der Temperatur um 3 ^{0} Cent. Die Muskelbewegung erhöht die Temperatur. Die Contraction der Muskeln war in Becquerel's und Breschet's Versuchen jedesmal mit einer örtlichen Temperaturerhöhung von 1 — 2 Grad Cent. verbunden. Ein fieberhafter Zustand kann nach denselben Beobachtern die Temperatur um 3^0 Cent erhöhen. Dagegen weiss man, das die Unterdrückung der organischen Kräfte in Nervenzufällen, im Fieberfrost, die Temperatur vermindert, ohne dass sich das Athmen gleich verändert. (In der Ohnmacht in der Hand nach Currie $22\frac{6}{9}$ R.) Da nun alle organischen Processe am meisten von dem Einflusse der Nerven auf die organisirte Materie abhängig sind, so darf man sich nicht wundern, wenn die Wechselwirkung der Organe mit den Nerven eine Hauptquelle der Wärme ist. Diess haben die Versuche von Brodie, Chaussat und Andern gezeigt. Elliot und Home haben beobachtet, dass nach der Durchschneidung der Nerven eines Gliedes die Wärme desselben abnehme, und alle bestätigen diess von der Durchschneidung des Nervus vagus. Dieser Unterschied ist thermometrisch messbar, dagegen man wohl das subjective Gefühl der Kälte nach Verletzung der Nerven eines Gliedes unterscheiden muss. Earle fand bei einer Lähmung des Armes an der gelähmten Hand 70^0 F., an der gesunden 92. Durch Elektrisiren des Gliedes erhob sich die Temperatur zu 77. In einem andern Falle hatte der gelähmte Finger 56, die gesunde Hand 62. *Med. chirurg. Transact.* 7. *p.* 173. Meckel's *Archiv* 3. *p.* 419. Yelloly, *Med. chirurg. Transact.* 3. Brecquerel und Breschet fanden bei Hemiplegie keinen merklichen Unterschied zwischen dem gesunden und gelähmten Gliede.

Brodie (*Phil. Transact.* 1811. 4. 1812. 378. Reil's *Archiv* 12. 137. 199.) fand, dass bei einem Thiere, dessen Kopf abgeschnitten ist, oder dessen Medulla oblongata durchschnitten, oder dessen Gehirn zerstört, oder das durch Woraragift getödtet worden, durch künstlich unterhaltenes Athmen mittelst Lufteinblasen, Kreislauf und Umwandlung des Blutes in den Lungen unterhalten werden können, wovon er sich durch Analyse der Luftarten überzeugte, dass aber keine Wärme entwickelt wird, und dass ein solches Thier schneller erkaltet, als wenn das Athmen nicht künstlich unterhalten wird, weil die eingeathmete Luft dasselbe abkühlt. Hall fand dagegen, dass ein geköpftes Thier bei künstlich unterhaltenem Athmen seine Wärme länger behielt. *Lond. med. phys. Journ.* 32. 1814. Vergl. Brodie ebend. p. 295. Meckel's *Archiv* 3. 429. 434. Legallois Versuche (*ann. chem. phys.* 4. 1817. Meckel's *Archiv* 3. 436.) stimmen auch nicht ganz mit dem Resultate von Brodie überein; er fand, dass bei jeder Erschwerung des Athmens, wenn Thiere befestigt auf dem Rücken liegen, wenn sie in verdünnter oder mit Stickgas oder Kohlensäure versetzter

Luft athmen, eine Verminderung ihrer Temperatur stattfindet, dass auch das Lufteinblasen durch Erschwerung des Athmens die Temperatur vermindert, und dass das stärkste Erkalten immer dem geringsten Verbrauche von Sauerstoffgas entspricht. Emmert fand bei Wiederholung der Brodie'schen Versuche mit Giften und Lufteinblasen nur eine Temperaturveränderung von 3° R. in 74 Min. Meckel's *Archiv* 1. 184. Wilson Philipp (*Untersuchungen über die Gesetze der Functionen des Lebens, übersetzt* von Sontheimer *Stuttg.* 1822.) fand, dass eine zu frequente künstliche Respiration schnell abkühlt, während eine gemässigte die Abkühlung verlangsamt. Indessen sind Brodie's Versuche in der Hauptsache beweisend. Er hat gezeigt, dass gesunde Kaninchen in ½ Stunde 28,22 K. Z. kohlensaure Luft ausathmen, dass Kaninchen, bei denen nach Vergiftung oder Zerstörung der Medulla oblongata das Athmen künstlich unterhalten wird, in ½ Stunde noch 20,24 bis 25,55, bis 28,27 K. Z. kohlensaures Gas ausathmen, dass also bei gesunden Kaninchen und bei getödteten mit künstlichem Athmen die Produkte des Athmens fast dieselben sind, und dass gleichwohl ein Kaninchen nach Durchschneidung der Medulla oblongata in einer Stunde 6° Wärme verliert. Vergl. über Brodie's Versuche Nasse's Bemerkungen in Reil's *Archiv* 12. *p.* 404.

Chaussat (Meckel's *Archiv* 7. 282.) fand das beständige Sinken der Temperatur bei Thieren, die auf dem Rücken liegend befestigt sind, nicht bestätigt bei Hunden, er fand dagegen Brodie's Beobachtungen bestätigt. Nach Verletzung des Gehirns sank die Temperatur in der 11.—22. Stunde bis zum Tode von 40° auf 24° Cent. Die Durchschneidung des Nervus vagus, welche, ohne dass der chemische Athemprocess wesentlich verändert wird, nach Legallois durch Infiltration der Lungen mit Blut oder Serum tödtet, bewirkt Sinken der Temperatur, während 12—36 Stunden zu 36—37°, zuletzt bis zu 20° Cent. Bei allen diesen Versuchen ist leider die Temperatur der atmosphärischen Luft nicht angegeben. Bei Verletzungen des Rückenmarkes an verschiedenen Stellen zeigte sich der Einfluss um so grösser, je höher die Verletzung stattfand, so dass die Folgen im Verhältnisse der Zahl der unter der Verletzung vom Rückenmarke abgehenden Nerven steigen, was im Allgemeinen auch für die anderen Folgen der Rückenmarksverletzungen gilt.

Chaussat sucht zuletzt zu beweisen, dass auch der Nervus sympathicus einen grossen Antheil an der thierischen Wärme habe; denn er fand nach Verletzung des Nervus splanchnicus auf der linken Seite, die er mit Exstirpation der Nebenniere (bei einer nicht zu grossen Wunde?) bewirkt haben will, dass die Temperatur in 10 Stunden oder bis zum Tode von 40,19 bis 26° C. fort und fort sank. Ferner unterband Chaussat bei einem Hunde die Aorta am Aortenschlitz und mass den Unterschied der Temperatur in der obern und untern Hälfte des Thieres; die Speiseröhre zeigte bei dem wiederholten Versuch bis zum Tod eine etwas geringere Temperatur als der Mastdarm. Diesen geringen Unterschied rechnete Chaussat auf die beim Athmen stattfin-

dende Abkühlung. Chaussat schliesst daraus, dass die Brusthöhle viel weniger Antheil an der Wärmebildung habe als die Bauchhöhle durch den Einfluss der Nerven. Das Sinken der Temperatur nach Durchschneidung des *Nervus vagus* könne man nicht als Gegenbeweis anführen, da dieser Nerve eben so gut Organe der Bauchhöhle versieht. Allein Chaussat legt hier auf schwankende Versuche, die wenig oder gar nichts beweisen, ein grosses Gewicht, ohne die vielen Einwürfe, die man denselben entgegenstellen kann, vorauszusehen.

Indessen beweisen mehrere der angeführten Erfahrungen jedenfalls, dass der Nerveneinfluss auf die organischen Processe einen grossen Antheil an der Wärmeerzeugung ausser den Lungen hat. Hiemit stimmt auch Berzelius überein. Was diese Ansicht ferner zu erhärten scheint, ist die schnelle und momentane, bald allgemeine, bald ganz lokale Temperaturerhöhung in Aufregungen der Nerven, das allgemeine Warmwerden bis zum Schweissausbrechen in Leidenschaften, die aufschiessende Gesichtswärme, welche nicht bloss subjectives Gefühl ist, die eben so schnelle Verminderung der Temperatur bei deprimirenden Gemüthsaffecten, Erscheinungen, die sämmtlich freilich auch von vermehrtem und vermindertem Blutzufluss, und zum Theil von der veränderten Bewegung des Herzens abgeleitet werden können. Wir ziehen aus Allem vorläufig den Schluss, dass Temperaturerhöhung bei allen organischen Processen stattfindet, dass sie aber zum Theil bestimmt wird durch die von den Nerven abhängige Belebung der organischen Processe. Vergleicht man nun die warmblütigen Thiere mit den kaltblütigen, so kann man die Ursache des Temperaturunterschiedes zunächst in der geringern Intensität des Athemprocesses oder der organischen Processe überhaupt suchen. Ohne eine Erscheinung von der andern abzuleiten, ist hier zu erwägen, dass bei den niederen Thieren die Nervenmasse in den Centraltheilen des Nervensystems im Verhältniss zu den Nerven selbst abnimmt, dass das Athmen im Verhältniss zur Masse des Körpers weit geringer ist, dass die kaltblütigen Thiere weniger gerinnbare Theile des Blutes besitzen, wie Prevost und Dumas zeigen, wie denn auch nach Saissy das Blut der Winterschläfer in demselben Fall seyn soll, ja dass nach Prevost und Dumas die Vögel und einige Säugethiere, bei grösserer Quantität der Blutkörperchen und des Faserstoffes im Blut, auch eine grössere Wärme haben.

Erst wenn man alle diese Thatsachen über die Ursachen der Wärmeerzeugung erwogen hat, lassen sich mit Erfolg die Untersuchungen über die von selbst entstehende Abnahme der Wärmeerzeugung im Winterschlaf und über die Ursache dieses letztern anknüpfen. Für's Erste darf man den Winterschlaf einiger Säugethiere nicht isolirt betrachten, sondern man muss von der Thatsache ausgehen, dass alle Thiere, wenn die äussere Temperatur unter ein gewisses Minimum herabsinkt, in Scheintod verfallen, erfrieren, ohne dadurch die Fähigkeit zum Leben gerade zu verlieren, dass aber dieses Minimum nach der Organisa-

tion und geographischen Verbreitung der thierischen Wesen verschieden ist.

1. Der Mensch zeigt hierbei offenbar eine grosse Tenacität der organischen Kräfte, indem er unter allen Climaten, wo sich thierische Wesen finden, im höchsten Norden, wie unter dem Aequator, seine eigene Temperatur unter günstigen Bedingungen erhält. Indessen wird auch er bei Mangel an Schutz durch Kälte (Reizentziehung) scheintodt, und zwar um so leichter, wenn die organische Kraft durch berauschende Mittel unterdrückt war.

2. Viele Thiere erleiden diesen Zustand leicht, wenn die zu ihrem Leben nöthige äussere Wärme, wodurch ihre geographische Verbreitung bestimmt ist, fehlt, und Vögel wandern wegen dieser Ursache.

3. Säugethiere, die bei einer gewissen niedern Temperatur im erwachsenen Zustande nicht in Scheintod verfallen, verfallen in Scheintod bei dieser Temperatur, wenn sie noch jung sind, wie Legallois Beobachtungen von 6—8wöchentlichen Kaninchen zeigen, welche durch äussere Wärme wieder belebt werden können. Da nun der beim Athmen stattfindende Stoffwechsel als Ursache von Wärmeerzeugung durch die Kälte hier offenbar nicht zunächst beschränkt wird, da alle beim Scheintode durch Kälte eintretenden Symptome, Unempfindlichkeit, Schlafsucht, Kraftlosigkeit, vielmehr eine durch Reizentziehung bedingte Abnahme der organischen Kräfte zeigen, so muss man das geminderte Athmen als Folge, nicht als Ursache dieses Scheintodes ansehen, eben so wie bei der Ohnmacht durch Nervenzufälle, und die Abnahme der eigenen Wärme ist eben so eine Folge der Unterdrückung der organischen Kraft, die auch erst durch Verminderung der Athembewegungen und des Athmens die etwa in den Lungen bedingte Wärmeerzeugung verhindern könnte. Die Ursache, dass gewisse Thiere leichter in Scheintod durch Kälte fallen als andere, liegt also in ihrem zartern Bau und dem grössern Bedürfniss ihres organischen Processes, durch Wärme angefacht und gereizt zu werden. Dieses verbunden mit einem periodisch eintretenden Mangel an Lebensenergie muss man auch als Ursache des Winterschlafs bei den Winterschläfern ansehen, bei dem nur das Eigenthümliche ist, dass ihr Scheintod länger ohne Schaden ausgedehnt werden kann. Die von Saissy und Andern angeführten Ursachen des Winterschlafs sind zum Theil blosse Folgen von der Veränderung der organischen Kraft, zum Theil sind die angeführten Umstände unrichtig, wie Otto von der supponirten Grösse der äusseren Nerven bemerkt, so wie auch die von Mangili behauptete Kleinheit der Hirngefässe nach Saissy und Otto nicht vorhanden ist. Ueber die Kleinheit der Lungen lässt sich nach Saissy's Merkmalen nicht entscheiden.

Der Winterschlaf der Thiere gleicht daher ganz dem Winterschlaf der Pflanzen, dessen Bedingungen theils Reizentziehung theils eine periodische Veränderung der Lebensenergie ist. Der nächtliche Schlaf der Pflanzen, die Lageveränderung der Blätter, ist durch Reizentziehung, nämlich des Lichtes, bedingt, und tritt selbst zuweilen am Tage im Dunkeln ein (*Journ. de phys.* 52. 124.);

während der Schlaf der Thiere durchaus nicht von Reizentziehung bedingt ist, sondern von der durch Thätigkeit bedingten Veränderung und Erschöpfung herrührt, daher auch zu jeder Tageszeit natürlich ist, obgleich er mehrentheils aus zufälligen Ursachen mit der Nachtzeit zusammentrifft.

Der Sommerschlaf der Amphibien und des Tanrecs scheint durch die von zu vieler Wärme bedingte Umstimmung der organischen Theile zu entstehen. Der Wassermangel scheint auch bei den sommerschlafenden Thieren mit eine Hauptursache des Verkriechens, und es ist also dieser Zustand durch Mangel des einen und zu starke Wirkung eines andern Lebensreizes bedingt. Vergl. Pastré *Nov. act. acad. nat. cur.* 14. 661. Es schliessen sich diese Thatsachen an die Erfahrungen über die deprimirenden Wirkungen eines hohen anhaltenden Wärmegrades auf die Functionen des Nervensystems bei dem Menschen an, und es lassen sich die Wirkungen der Wärme und Kälte hierbei sehr gut parallelisiren. Beide können sowohl Umstimmung der Reizbarkeit als Reizung, Entzündung und Brand bewirken. Eine plötzliche heftige Einwirkung der Kälte auf warme thierische Theile wirkt zersetzend. Aeusserst kalte Gegenstände fühlen sich auch schmerzhaft an und machen dann gefühllos. In noch höherm Grade entsteht Brand, örtlicher Tod. In geringeren Graden bewirkt die Kälte, verletzend durch Wärmeentziehung, Entzündungs- und Reizungssymptome bei dem Streben der Theile zur Herstellung des Gleichgewichtes. Bei einer mässigen Stärke wirkt die Kälte augenblicklich erregend. So macht kaltes Wasser augenblicklich die Haut ganz roth, wie ich selbst beim Baden im Fluss im October empfand; dies ist aber nur momentan und es folgen schnell Erscheinungen einer innern Umstimmung durch Wärmeentziehung. Man bedient sich der Kälte als Reiz in dieser Art zuweilen, um eine Umstimmung im Nervensystem zu bewirken, die wohlthätig werden kann. Auch ist kaltes Wasser in Fiebern mit sehr heisser trockner Luft mittelbar oft ein belebendes Reizmittel und stellt den Turgor der Haut her, wie die Wärme in kalten Theilen. Die secundären Wirkungen anhaltender Kältegrade sind immer Abspannung des Nervensystems. Die allmählige Einwirkung der Kälte bis zu einem hohen Grade versetzt Menschen in den Scheintod und die Winterschläfer in Winterschlaf durch Reizentziehung, während ein zu hoher Wärmegrad allmählig auch die Functionen des Nervensystems, aber wahrscheinlich durch Alteration herabsetzt, und in den Sandwüsten bei gleichzeitigem Mangel an Wasser asphyktisch macht, und den Sommerschlaf der Amphibien und des Tanrecs in den heissen Climaten bedingt.

3. Lichtentwickelung.

Man weiss jetzt mit Sicherheit, dass das Leuchten des Meeres, jenes Licht, welches die bewegten Wellen, besonders hinter segelnden Schiffen, verbreiten, und welches bis zum 60. Grade südlicher Breite wahrgenommen worden, von thierischen Wesen herrührt. Es sind theils Infusorien (Peridinium tripos, P. fusus,

P. furca. Prorocentrum micans Ehrenb.) theils Räderthierchen (Synchaeta baltica Ehrenb.) theils Polypen (Veretillum, Seefedern), bei denen vorzüglich nur die Polypenblumen zu leuchten scheinen, theils Medusen (Oceanien, Beroen, Cydippen), theils Anneliden (Nereiden, Polynoe fulgurans der Ostsee), theils endlich Mollusken (Pholaden, Salpen, Pyrosomen) und Crustaceen (Oniscus fulgens s. Carcinium opalinum Meyen u. a.) Zuweilen leuchtet auch der Schleim und das Wasser, was von leuchtenden Thieren abfliesst, wie bei Salpen, Beroen, Pholaden, Nereiden. Meyen (*nov. act. nat. cur. Vol.* 16 *Suppl.*) unterscheidet 3 Arten von Leuchten des Meers. 1. Leuchten des Seewassers durch darin aufgelösten Schleim. Das Wasser zeigt eine gleichmässige milchweisse ins Bläuliche fallende Farbe. Diess Leuchten findet sich weniger auf offener See, aber häufiger in den Häfen der Tropen. Bewegung und erhöhte Temperatur steigern das Leuchten; eben das geschieht durch süsses Wasser, wenn leuchtende Medusen in einem Gefäss mit süssem Wasser zerquetscht sich befinden. Meyen sah dasselbe an dem von der Oberfläche der Salpen und Beroen mit Wasser abgewaschenen und dann stark geschüttelten Schleim, worin er keine Infusorien gefunden hat. Durch frisch zerquetschte Beroen wird das Wasser sogleich leuchtend. 2. Leuchten des Seewassers durch Thiere, welche mit einem phosphorescirenden Schleime bedeckt sind. Diess Leuchten scheint durch eine Oxydation der Oberfläche der Schleimdecke zu entstehen, da das verschwundene Leuchten durch eine geringe Veränderung der Oberfläche, durch einen Strich mit dem Finger, sofort wieder hergestellt werden kann. Das Leuchten hängt nicht unmittelbar von dem Leben der Thiere ab, da es oft noch eine Zeit lang nach dem Tode fortdauert. Die durch den sie bedeckenden Schleim leuchtenden Thiere sind nach Meyen Infusorien, Räderthiere, Salpen, Medusen, Seesterne, Sepien, Sertularien, Pennatulen, Planarien, Crustaceen, Anneliden. 3. Leuchten des Seewassers durch Thiere, welche eigenthümliche Leuchtorgane besitzen. Meyen untersuchte das Pyrosoma atlanticum; sein Licht ist sehr lebhaft und von grünlich blauer Farbe. Sobald die Thiere beim Fangen mit dem Netz berührt wurden, senkten sie sich und leuchteten nicht mehr. Wenn man die gefangenen und in Wasser bewahrten Thiere berührte, so trat das Licht zuerst als ganz kleine Funken auf, deren jeder aus einem dunkeln fast kegelförmigen Körper im Innern der Substanz jedes besondern Thieres, meist ganz dicht unter seiner innern Fläche hervorkam. Dieser dunkle weiche Körper ist rothbraun gefärbt. Die Spitze desselben zeigt unter dem Mikroskop 30 — 40 ausserst kleine rothe Pünktchen. Fasst man ein schwimmendes nicht leuchtendes Pyrosoma an beiden Enden des Körpers, so treten die Funken zuerst an den Enden des Körpers auf, sie vergrössern sich mehr und mehr und endlich fliesst ihr Licht zusammen. Mit dem Tode verschwindet das Leuchten. Dicht hinter der Mundöffnung und etwas vor den Respirationsorganen jedes Individuums des zusammengesetzten Thieres liegt das Leuchtorgan. Ein ebenso bekanntes Leuchtthier der See ist der Oniscus fulgens, Carci-

nium opalinum Meyen. Im 4. und 5. Gliede des Leibes dieses Crustaceums sind die keulenförmigen Leuchtorgane. Im Kopfe des Erythrocephalus macrophthalmus soll sich auch ein leuchtendes Organ befinden.

Ehrenberg's Abhandlung über das Leuchten des Meers (Abh. der k. Academie der Wissensch. zu Berlin 1835.) enthält ausser einer ausführlichen historischen Zusammenstellung aller bisherigen Erfahrungen, viele eigenthümliche neue und aufklärende Beobachtungen über das an Dunkelheiten bisher so reiche Phänomen. Bei Alexandrien hatte der Verf. Gelegenheit, Beobachtungen über das angebliche Leuchten des Spongodium vermiculare anzustellen. Es leuchtete wie verschiedene Fucusarten nur durch anhängende leuchtende Pünktchen. Ehrenberg fing solche Leuchtpunkte in einem Uhrglase auf und isolirte sie immer enger. Das Mikroskop zeigte in allen Fällen in dem Wasser kleine schleimige runde Partikeln, ohne alle bestimmte Form, ohne deutliche Organe und ohne Leben. Bei zahlreichen Beobachtungen am rothen Meere gelang es damals auch nicht, das Phaenomen auf bestimmte Thiere zu fixiren. Glücklicher waren die Beobachtungen über die Leuchtthierchen der Ostsee und Nordsee, nachdem Ehrenberg auf die von Michaelis beobachteten leuchtenden Körper aufmerksam geworden war. Zuerst wurde die Erscheinung an Polynoe fulgurans, einem Ringelwürmchen der Ostsee beobachtet. Die Leuchtorgane waren 2 grosse gekörnte Organe, den Eierstöcken vergleichbar. Das hieher gesandte Ostseewasser leuchtete noch von diesen Thieren. In hieher gesandtem Wasser der Ostsee beobachtete der Verf. später noch die leuchtenden Infusorien, Peridinium tripos, P. fusus, P. furca und Prorocentrum micans. Ein Räderthierchen der Ostsee, Synchaeta baltica E. leuchtet nach Michaelis auch. Im Meerbusen von Christiania in Norwegen beobachtete Ehrenberg auch leuchtende Medusen. Oceania microscopica von $\frac{1}{4}$ Linie Durchmesser bildete hüpfende leuchtende Punkte. Bei Cydippe pileus überzeugte sich Ehrenberg, dass das Leuchten von der Mitte gerade da ausging, wo die beiden Eierstöcke liegen. Ebenso schien es bei Oceania pileata. Die Medusa aurita sah Ehrenberg weder in der Ostsee noch im rothen Meer leuchten. Beobachtungen auf Helgoland angestellt, zeigten dem Verf. noch fernere leuchtende Formen, die er zu isoliren glücklich war; es waren langsam schwimmende Gallertkügelchen, Oceania scintillans. Die über einen Zoll grosse Oceania hemisphaerica zeigte einen ganzen Kranz von Feuerfunken im Umkreis des Randes. Die Funken entsprachen allemal der verdickten Basis der grösseren Cirren am Rande oder Organen in deren Nähe und mit ihnen abwechselnd. Sonst gab der Körper dieser Thiere weder lebend noch todt irgend eine Spur von Licht. So überzeugte sich Ehrenberg immer mehr, dass alle todte Medusen so wenig leuchteten als Fragmente todter Fische oder umhertreibender Schleim, und er vermuthet, dass auch seine am rothen Meer und bei Alexandrien gemachten Beobachtungen über das Leuchten von Fragmenten zerstörter organischer Körper nicht auf blosse todte Stoffe zu beziehen seyn mögen, sondern

dass diese den zerrissenen noch lebenden Noctiluken und Oceanien glichen, welche er auf Helgoland noch leuchten sah. Bei Nereis cirrigera (Photocharis Ehrenberg) geht das Licht von 2 fleischigen Cirren auf jedem ihrer Füsse aus. Erst entstand ein Flimmern einzelner Funken an jedem Cirrus, bis der ganze Cirrus leuchtete; zuletzt floss das Feuer über den Rücken hin und das ganze Thier glich einem brennenden Schwefelfaden. Auch der Schleim der Photocharis leuchtete abgewischt an den Fingern. Ehrenberg bezweifelt, dass die Respiration mit dem Leuchten der Thiere irgendwo im Zusammenhang stehe und erkennt die Verbindung der Lichtentwickelung mit der Sexualfunction an. Das Lichterregende ist nach ihm ein der Entwickelung von Electricität sehr ähnlicher Lebensakt, welcher durch Wiederholung schwächer wird, aussetzt, und sich im directen Zusammenhang mit den Nerven zu erkennen giebt. Die leuchtenden Insecten sind Elater noctilucus, phosphoreus, ignitus, Pausus sphaerocerus Afzel., Scarabaeus phosphoreus, mehrere Arten Lampyris, Scolopendra electrica. Treviranus *Biol.* 5. 97. Bei den leuchtenden Springkäfern sind die Hauptstellen, welche leuchten, zwei ovale, mit dünnen durchsichtigen Platten bedeckte Stellen zu den Seiten des Brustschildes. Treviranus fand die leuchtende Substanz einerlei mit dem Fettkörper der Insecten. Bei dem Johanniswürmchen, Lampyris noctiluca, splendidula, strahlt das Licht aus der untern Seite der drei letzten Bauchringe, besonders aus 2 weisslichen Puncten am letzten Ringe; von Lampyris splendidula leuchten auch die Eier, und es scheint, dass auch selbst Puppe und Larve nicht ganz ohne Licht sind. Nach Treviranus sind hier die inneren Zeugungstheile der Sitz des Lichtes (?) Der scheinbar willkührliche Einfluss des Thieres auf das Leuchten geschieht nach Treviranus durch das Athemholen. Das Leuchten dauert in irrespirablen Gasarten und im luftleeren Raume nicht fort oder nimmt wenigstens ab, worin alle Beobachter ausser Macartney und Murray übereinstimmen. Nach dem Tode des Thieres ist die Fähigkeit zu leuchten nicht ganz erloschen. Die leuchtenden Theile fangen selbst getrocknet von Neuem zu leuchten an, wenn man sie in Wasser aufweicht. Das Licht der Käfer nimmt in Wasser erst nach einigen Stunden ab, in Oel dagegen sogleich, kehrt aber wieder zurück, wenn das Thier, todt oder lebendig, in Dämpfe der rauchenden Salpetersäure gebracht wird. Siehe über alles dieses und das Nähere Treviranus *Biologie* a. a. O. Tiedemann's *Physiologie I.* 488 — 510. Gmelins *Chemie I.* 81 — 86. Nach Carrara (*Bibl. Ital. LXXXII.*) soll das Licht der Lampyris italica funkelnd seyn, während das Leuchten der L. splendidula gleichförmig ist; erstere soll einen mit dem Luftröhrensystem nicht zusammenhängenden grossen Luftbehälter haben, welcher der letztern fehlt. Dieser Behälter steht mit dem Munde einerseits und sein spitzes Ende mit dem Leuchtorgan anderseits in Verbindung. Durch den Einfluss der Luft auf die leuchtende Substanz werde ihr Licht verstärkt und der Einfluss der Luft durch Compression der Blase erhöht. Es scheint nach allen bisherigen Untersuchungen Treviranus Ansicht

am wahrscheinlichsten, dass das Leuchten von einer phosphorhaltigen Materie herrührt, die sich zwar unter dem Einflusse des Lebens combinirt, aber einmal gebildet auch einigermassen vom Leben unabhängig ist. Mehrere Erscheinungen könnten glauben machen, dass die Leuchtkäfer Lichtsauger seyen, gleich den Bononischen Steinen, und das am Tage absorbirte Licht Abends wieder von sich geben, wie Carradori, Beccaria, Monti glaubten, besonders da ausser vielen mineralischen Substanzen (Schwefelbaryum mit schwefelsaurem Baryt gemengt, Austerschalen mit Schwefelblumen geglüht u. a.) auch organische Theile im getrockneten Zustande (als Samen, Mehl, Stärkemehl, arab. Gummi, Federn, Käse, Eigelb, Muskelfleisch, Sehnen, Hausenblase, Leim, Horn) ziemlich gute Lichtsauger sind. Indessen widerspricht diesem, was Todd und Murray gefunden haben, dass Leuchtkäfer auch Abends leuchteten, wenn sie an dunkeln Orten aufbewahrt waren, obgleich Macartney und Macaire das Gegentheil beobachtet haben wollen. Tiedemann's *Physiologie. I.* 503.

Unter den höheren Thieren kennt man kein Leuchten, als etwa das Phosphoresciren der Eidechseneier und das bisweilen beobachtete Phosphoresciren des Harns. Das Leuchten der Augen bei mehreren Säugethieren, besonders Raubthieren und namentlich Katzen, auch bei Kühen, Pferden, ist fast zum medicinischen Aberglauben geworden. Diejenigen Thiere scheinen zuweilen aus den Augen zu leuchten, welche Licht von einem pigmentlosen glänzenden Tapetum reflectiren, gleichwie besonders auch das pigmentlose Auge der weissen Kaninchen leuchtet, wie denn auch des Kakerlaken Sachs Augen leuchten sollten. Prevost hat die Ursache zuerst gezeigt. *Biblioth. britannique* 1810. *T.* 45. Er zeigte, dass das sogenannte Leuchten der Thieraugen niemals in vollkommener Dunkelheit und weder willkührlich, noch durch Affecte hervorgebracht wird, sondern durch Reflexion von einfallendem Lichte entsteht. Gruithuisen hat unabhängig hiervon dasselbe gefunden. *Beiträge zur Physiognosie und Eautognosie p.* 199. Diese Ansicht theilt auch Rudolphi (*Physiologie I.* 197.) mit und bemerkt, dass das Leuchten nur bei einer gewissen Stellung, wo das reflectirte Licht in unser Auge geworfen wird, erscheint, und dass, wie auch Gruithuisen schon bemerkte, auch die Augen todter Katzen bei günstiger Stellung leuchten. Ich habe dieselbe Beobachtungen gemacht und in meiner Schrift *Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. Leipz.* 1826. *p.* 49. erzählt. Niemals haben die *Albinos* oder Kakerlaken bei ihrem scheinbaren Leuchten der Augen selbst die Empfindung des Lichtes. Man sehe Schlegel's *Beitrag zur nähern Kenntniss der Albinos. Meiningen* 1824. *p.* 70. Ferner hat Esser (Kastner's *Archiv.* 8. 394.) Versuche über das Leuchten der Thieraugen angestellt. Die Augen von Katzen, Hunden, Kaninchen, Schafen und Pferden leuchteten nicht an ganz dunkeln Orten. Die Reflexion des Lichtes erfolgte sonst eben so gut noch nach Entfernung der Hornhaut, Iris, Linse. Ich freue mich, mit diesen Beobachtungen auch Tiedemann's Erfahrungen übereinstimmend zu finden, der das Leuch-

ten an einem Katzenkopf bemerkte, der 20 Stunden vom Rumpfe getrennt war, *Physiol. p.* 509. Um so befremdender ist es, dass neuerlichst in einem sonst so ausgezeichneten Werke wie Rengger's Naturgeschichte der Säugethiere von Paraguay abermals das Ausströmen von Licht bei vielen amerikanischen Thieren behauptet wird, das nach Durchschneidung der Sehnerven aufhören soll. Ich kann jedoch meine Ueberzeugung von der Reflexion selbst auf dieses Zeugniss nicht ändern, und es wäre überhaupt eine blosse Mystification, wenn europäische Schriftsteller die Sache wahrscheinlicher fanden, weil sie von amerikanischen Katzen beobachtet ist. Der verdienstvolle und hochgeschätzte Rengger kann sich hierbei leicht getäuscht haben. Wer für das Leuchten der Katzenaugen aus Neigung eingenommen, dem empfehlen wir, wie wir gethan haben, eine Katze in einen absolut dunkeln Raum mit sich zu nehmen und sich vom Gegentheil zu überzeugen, dabei aber die durch eine schnelle Bewegung unserer eigenen Augen und durch Zerrung des Sehnerven entstehende, bloss subjective Lichtempfindung nicht zu verwechseln. Ein neuerer Versuch, den ich mit einer Katze an einem absolut dunkeln Raum, in einem Keller der hiesigen Anatomie in Gegenwart Mehrerer angestellt, fiel ganz negativ aus. Eine Person hielt die Katze. Diese Person wurde von mir im Dunkeln an einen Ort gestellt, den die andern Anwesenden nicht kannten, den sie aber wahrnehmen mussten, falls die Katze Licht aus den Augen ausströmte. Alle sahen nichts bis auf Einen, dieser wollte 2 feurige Kreise gesehen haben. Sogleich liess ich diesen seinen Arm nach der Gegend ausstrecken, wo er die Kreise gesehen haben wollte. Dann wurde die Thüre geöffnet und nun zeigte sich, dass der Arm nach der entgegengesetzten Seite von derjenigen, wo die Katze gehalten wurde, hinwies, zu nicht geringer Belustigung. Offenbar hatte derjenige, der die 2 feurigen Kreise sah, seine eigene Empfindung gesehen. Bei rascher Wendung der Augen im Dunkeln sieht man wegen Zerrung der Sehnerven sehr leicht zwei feurige Kreise, welche nichts als die gesteigerten Empfindungen der Sehnerven sind.

Dieser Gegenstand hat in der sehr guten Schrift von Hassenstein (de luce ex quorundam animalium oculis prodeunte atque de tapeto lucido. Jenae 1836.) seinen Abschluss erhalten. Die Versuche, die an den Thieren auch im leidenschaftlich aufgeregten Zustande angestellt sind, zeigen, dass die Augen in einem absolut dunkeln Raume niemals leuchten, wohl aber, sobald in einen solchen Raum ein Minimum von Licht einfällt, wozu Mondlicht hinreicht; diess Leuchten verschwindet auf der Stelle, so wie das Licht entfernt wird. Von besonderem Interesse sind die Beobachtungen über das reflectirende weisse Augenpigment der Fleischfresser. Das Tapetum der Pflanzenfresser verliert beim Trocknen seine Farbe, das Tapetum der Fleischfresser behält sie, und enthält ein weisses Pulver von rundlichen Körnchen. Nach den damit angestellten Versuchen soll Kalkerde wahrscheinlich in Verbindung mit Phosphorsäure seyn.

Einige haben geglaubt, die Empfindungen von Licht beim

BAYERISCHE STAATS-BIBLIOTHEK MUENCHEN

Druck auf das Auge seyen auch hierher zu zählen. Allein diese Empfindung ist bloss subjectiv, wie der Schmerz in der Haut, weil alle Reizungen der Nervenhaut des Auges, mechanische, elektrische, wie innere organische, z. B. der Blutandrang, Nervenverstimmung, subjective Lichtempfindung erregen. Niemals kann das ein Anderer sehen, wenn unser Auge die heftigsten subjectiven Empfindungen von Leuchten hat. Die subjectiven Gesichtsaffectionen sind bei jedem sehkräftigen Auge nicht selten und bei mir äusserst häufig, aber das sind subjective Bilder, Affectionen der Nervenhaut, welche keine äusseren Gegenstände beleuchten können, weil sie ohne Entwickelung jenes imponderabeln Fluidums sind, welches auch in unserm Sehorgan Lichtempfindung erregt und Licht genannt wird; es sind blosse Empfindungen, die so wenig beleuchten, als mein Schmerz einem Andern Schmerz, mein Ohrenbrausen einem Andern Ohrenbrausen macht. Niemals findet so etwas statt. Ich habe so viel mit subjectiven Gesichtsaffectionen experimentirt, ich müsste es beobachtet haben. Man vergleiche meine Bemerkungen über den gerichts-ärztlich vorgekommenen Fall, wo Jemand durch einen Schlag auf das Auge einen Räuber erkannt haben wollte. Mueller's *Archiv für anat. und Physiol.* 1834. *p.* 140.

Uebersicht der speciellen Physiologie.

I. Von den allgemein verbreiteten thierischen Säften, von der Säftebewegung und dem Gefässsystem.
II. Von den organisch-chemischen Veränderungen in den organischen Säften und den organisirten Theilen.
III. Von der Physik der Nerven.
IV. Von den Muskelbewegungen, von der Stimme und Sprache.
V. Von den Sinnen.
VI. Von den Seelenäusserungen.
VII. Von der Zeugung.
VIII. Von der Entwickelung.

Der

speciellen Physiologie

Erstes Buch.

Von den allgemein verbreiteten organischen Säften, von der Säftebewegung und von dem Gefässsystem.

I. Abschnitt. Vom Blut.

I. Von der mikroskopisch-mechanischen Analyse des Blutes.
II. Von der chemischen Analyse des Blutes.
III. Von der Analyse des Blutes durch die galvanische Säule.
IV. Von den organischen Eigenschaften und Verhältnissen des Blutes.

II. Abschnitt. Von dem Kreislauf des Blutes und dem Blutgefässsystem.

I. Von den Formen des Gefässsystems in der Thierwelt.
II. Von den Erscheinungen des Kreislaufes.
III. Von dem Herzen als Ursache des Kreislaufes.
IV. Von den einzelnen Theilen des Gefässsystems.
V. Vom Verhalten der Gefässwände bei der Aufnahme und Ausscheidung der Stoffe.

III. Abschnitt. Von der Lymphe und dem Lymphgefässsystem.

I. Von der Lymphe.
II. Von dem Lymphgefässsystem.
III. Von den Actionen der Lymphgefässe.

Der speciellen Physiologie

Erstes Buch.

Von den allgemein verbreiteten organischen Säften, von der Säftebewegung und von dem Gefässsystem.

I. Abschnitt. Vom Blut.

Das Blut, dessen nicht genau bestimmbare Menge man beim erwachsenen Menschen sehr verschieden, von 8—30 Pfund geschätzt, ist die Flüssigkeit, welche die Stoffe zur Bildung und Erhaltung aller Theile des thierischen Körpers enthält, welche die zersetzte Materie aus den Theilen in sich zur Ausscheidung nach besonderen Organen aufnimmt, und welche durch neue Nahrungsstoffe, theils aus äusseren Stoffen, theils aus Materien, die schon organisirt waren, von dem Lymphgefässsystem aus ergänzt wird. Die Umwandlung dieser Materien in Blut ist wahrscheinlich weniger eine Wirkung einzelner Organe, als eine allgemeine Wirkung der organisirten Theile, da die Keimhaut, zu welcher sich der Keim durch Anziehung und Umwandlung der Eiflüssigkeiten ausbildet, vor der Existenz der mehrsten Organe, und nachdem die ersten Spuren der Centraltheile des Nervensystems gebildet sind, innerhalb der Area vasculosa schon das Blut erzeugt.

Das von den Lungen durch die Lungenvenen kommende und vermittelst der linken Herzkammer durch die Körperarterie und Aeste dem Körper zugetriebene Blut ist hochroth, das durch die Körpervenen zurückkehrende, und vermittelst der rechten Herzkammer durch die Lungenarterie und Aeste wieder in die Lungen getriebene Blut ist dunkelroth.

Das Blut ist bei einigen Wirbellosen (Anneliden) auch roth, unter den Mollusken wenigstens bei Planorbis röthlich nach Treviranus und meiner eigenen Beobachtung, bei vielen Wirbellosen ist es farblos.

Sowohl in den feinsten Gefässen eines durchsichtigen Theiles als ganz frisch nach dem Ausflusse mikroskopisch untersucht, besteht das Blut aus sehr kleinen rothen Körperchen und einer

klaren farblosen Flüssigkeit, *Lympha seu Liquor sanguinis*, welchen man nicht mit dem nach dem Gerinnen sich abscheidenden Blutwasser, *Serum*, verwechseln muss. Von Thieren, welche grössere Blutkörperchen haben, die nicht durch ein Filtrum von weissem Filtrirpapier gehen, wie beim Frosch, kann man noch vor dem Gerinnen sogleich einen Theil des farblosen Liquor sanguinis von den übrigen Theilen abseihen, und sich so eine Anschauung von der farblosen Blutflüssigkeit ausser den rothen Körperchen verschaffen. Die Körperchen des Blutes sind specifisch schwerer als die Flüssigkeit, und können daher keinen luftförmigen Stoff enthalten.

Das Blut des Menschen hat ein specifisches Gewicht von 1,0527 bis 1,057, einen salzigen Geschmack, reagirt schwach alkalisch, und verbreitet einen eigenthümlichen Geruch, Halitus sanguinis, der etwas verschieden ist bei verschiedenen Thieren, und am stärksten am Blute des männlichen Geschlechtes bemerkt wird.

Das aus der Ader gelassene Blut gerinnt in der Regel bei allen Wirbelthieren nach 2—10 Minuten (beim Menschen nach 3—7, bei Kaninchen schon nach 2 Minuten). Zuerst wird das Blut dabei zu einer zusammenhängenden gallertartigen Masse, die sich nach und nach zusammenzieht, und zuerst tropfenweise, dann immer stärker eine klare, schmutzig gelbliche Flüssigkeit auspresst, das *Serum, Blutwasser*. Das rothe Gerinsel wird *Crassamentum, Placenta, Coagulum sanguinis, Blutkuchen* genannt. Das Blutwasser von 1,027 bis 1,029 spec. Gew. ist von salzigem Geschmack, bei den höheren Thieren schwach alkalisch, bei dem Frosche aber sehr undeutlich, fast indifferent. Hermann hielt das Blut für sauer reagirend. Da der Farbestoff der Blutkörperchen sich in Lakmustinctur so gut wie in Wasser auflöst, so muss das mit Lakmustinctur versetzte Blut ein röthliches Serum geben, was Hermann zu dem Fehlgriffe veranlasst hat, das Serum für sauer zu halten. Das Blutwasser enthält thierische Stoffe aufgelöst, namentlich *Eiweiss, Albumen*, das aber nicht von selbst gerinnt, sondern nur bei gewissen Einflüssen, wie von Erhitzung zu 70° Cent. oder Säure, Alcohol u. A. Wird das rothe Coagulum lange in Wasser ausgewaschen, so löst sich die rothe Materie *Cruor*, in Wasser auf, und es bleibt eine weisse, fadenartige Materie zurück, welche man *Faserstoff, Fibrina*, nennt. Dieser Stoff sinkt in Blutwasser unter, gleichwie auch das rothe Coagulum, wenn es nicht zufällig, beigemengte Luftblasen enthält. Bei Schwangeren, Wöchnerinnen, im acuten Rheumatismus und in Entzündungen, überhaupt aber, wenn das Blut langsamer gerinnt, senken sich die rothen Körperchen öfter schon vor dem Gerinnen unter das Niveau der Flüssigkeit; da nun aber doch die ganze Masse gerinnt, so ist der obere Theil des Gerinsels weiss, Crusta inflammatoria, der untere roth. Wenn frisches Blut geschlagen wird, so werden die rothen Körperchen nicht mit von dem Coagulum eingeschlossen, und der Faserstoff gerinnt sogleich in farblosen Fäden, die sich an den Stab anlegen, während das übrige nun flüssig bleibende Blut die rothen Körperchen schwebend enthält. Wird das frische Blut einer sehr niedern Tempe-

ratur ausgesetzt, so gefriert es und kann aufbewahrt werden, so dass es erst beim Aufthauen gerinnt. Alkalien verhindern die Gerinnung, schon ein Zusatz von 0,001 Aetznatrum, nach Prevost und Dumas; auch einige Salze, schwefelsaures Natron, salpetersaures Kali, kohlensaures Kali und Natron dem aus der Ader gelassenen Blut beigemengt, verhindern oder verzögern die Gerinnung des Blutes. Auch Viperngift und Ticunasgift hat nach Fontana diese Wirkung, wenn 1 mit 20 Theilen Blut versetzt wird; dagegen Viperngift in Theile des lebenden Körpers gebracht, die Gerinnung des Blutes schnell herbeiführen soll. Bei Menschen und Thieren, die vom Blitz oder starken elektrischen Entladungen getödtet sind, oder nach Vergiftungen von Blausäure, bei Thieren, die bis zum Tode gejagt, beim Tode nach starken Schlägen auf den Magen, worauf die Muskeln nicht todtenstarr werden sollen, vermisst man auch zuweilen die Gerinnung des Blutes in den Gefässen. Abernethy *physiol. lect. pag.* 246.

Das Blut gerinnt sonst ausser dem lebenden Körper sowohl in der Ruhe, als wenn es bewegt wird, auch bei einer Temperatur, welche der des lebenden Körpers gleich ist, es gerinnt im luftleeren Raum und in vollgefüllten, luftdicht verschlossenen Gefässen und in nicht atmosphärischen Gasarten. Schroeder van der Kolk *comment. de sanguinis coagulatione. Groning.* 1820. *Diss. sist. sang. coagulantis historiam. Groning.* 1820. Die einzige Ursache der Gerinnung ist daher, dass sich die Mischung des Blutes nur unter dem Einflusse der lebenden Theile und namentlich der Gefässe erhält. Blut, welches im lebenden Körper aus den Blutgefässen austritt, gerinnt auch meistens. Nach Schroeder's Versuchen gerinnt das Blut ausserordentlich schnell nach gewaltsamer Zerstörung des Gehirns und des Rückenmarks, und man soll einige Minuten nach der Operation schon Coagula in den grossen Gefässen finden. Mayer beobachtete, dass nach Unterbindung des Nervus vagus das Blut in den Gefässen gerinne und so tödte, dagegen in 4 Versuchen bei 2 Hunden und 2 Kaninchen, die unter meiner Anleitung angestellt wurden, nach dieser Operation, als die Thiere unmittelbar nach dem erfolgten Tod untersucht wurden, nur 2mal im linken Herzen ein erbsengrosses Coagulum, keines in den Lungengefässen gefunden ward. Hewson, Parmentier & Deyeux und Schroeder haben beobachtet, dass, je mehr die Lebenskraft eines Thieres abnimmt, die Gerinnung des aus der Ader gelassenen Blutes um so schneller eintritt. Mehrere Beobachter wollen eine Temperaturerhöhung bei der Gerinnung beobachtet haben, wie Gordon, Thomson, Mayer, während J. Davy und Schroeder dies auf das Bestimmteste in Abrede stellen J. Davy *tentamen experimentale de sanguine. Edinb.* 1814. Meckel's *Archiv.* 1. *p.* 117. Vergl. *ebend.* 2. 317. 3. 454. 3. 456. Ueber das Blut im Allgemeinen sind Parmentier und Deyeux in Reil's *Archiv. B.* 1. *H.* 2. *p.* 76., Hewson *vom Blute. Nürnb.* 1780., Prevost und Dumas, *Bibliothèque universelle T.* 17. *p.* 294. Meck. *Archiv.* 8., Scudamore *über das Blut, aus d. Engl. Würzburg* 1826. und Berzelius *Thierchemie* 1831., Denis *rech. experim. sur le sang humain. Paris* 1830. M. Edward's in Todd *Cyclopaedia of ana-*

tomy and physiology, C. H. Schultz *System der Circulation, Stuttgart* 1836., H. Nasse das Blut physiologisch und pathologisch untersucht, nachzusehen.

I. Capitel. Mikroskopisch-mechanische Analyse des Blutes *).

(Nach eigenen Untersuchungen. Poggend. *Annal.* 1832. 8.)

a. Untersuchung der Blutkörperchen.

Ueber die Form der Blutkörperchen waren die Angaben der Schriftsteller, welche man in E. H. Weber's Ausgabe von Hildebrandt's *Anatomie* und Burdach's *Physiologie. Bd. IV.* vollständig zusammengestellt findet, sehr verschieden. Die vorzüglichsten Beobachter sind: Muys, Fontana (*Nouvi osservazioni sopra i globetti rossi del sangue. Lucca* 1766), Hewson (*experimental inquiries part.* 3. *Lond.* 1777), Prevost und Dumas (*Biblioth. univers. T.* 17. Meckel's *Archiv. T.* 8.), R. Wagner *zur vergleichenden Physiologie des Blutes*, 1834. Was ich hier mittheile, ist bloss das Resultat eigner Beobachtung. Um die Blutkörperchen zu untersuchen, darf man sie nicht mit Wasser verdünnen, man würde sie dann ganz anders sehen, als sie im lebenden Körper sind; das Wasser verändert ihre Form augenblicklich, die elliptischen Blutkörperchen werden auf der Stelle rundlich, auch verlieren die Blutkörperchen ihre Plattheit. Daher muss man die Blutkörperchen entweder ohne Beimischung ganz dünn auf dem Objectträger des Mikroskopes ausbreiten, oder man muss sie mit Blutserum verdünnen. Z. B. um die Blutkörperchen des Frosches zu untersuchen, wende ich einen Tropfen Serum von schon geronnenem Froschblute an, und setze dazu etwas von einem Tropfen frischen Froschblutes. Wasser, worin etwas Kochsalz oder Zucker aufgelöst ist, kann ebenfalls zur Verdünnung angewandt werden. Diese Auflösungen verändern die Blutkörperchen durchaus nicht. Die Vermischung des Bluts mit Wasser und der Gebrauch schlechter Instrumente haben die verschiedenen Angaben über die Form der Blutkörperchen veranlasst.

Ich finde die Blutkörperchen beim Menschen grösstentheils gleich gross; einzelne sind ein wenig grösser als die Mehrzahl derselben, aber nicht noch einmal so gross im Durchmesser. Beim Frosch sind sie ebenfalls meistens gleich gross, doch sieht man auch solche, die bei übrigens gleicher Form doch etwas kleiner sind, und gleichsam noch in der Bildung begriffen zu seyn scheinen. Nach Prevost und Dumas sind die Blutkörperchen des Embryo grösser. Beim Embryo des Kaninchens fand ich sie sehr ungleich; hier sieht man einzelne, welche mehr als noch einmal so gross als die Mehrzahl im Durchmesser sind,

*) Dieser Artikel erscheint hier wie in der vorhergehenden Auflage. Zusätze sind in den Anmerkungen enthalten.

während die Mehrzahl durchaus in der Grösse denen des erwachsenen Kaninchens gleich kommt. Die Blutkörperchen der Froschlarven scheinen etwas kleiner, als die der erwachsenen Frösche, und sind viel blässer. Die Gestalt der Blutkörperchen ist bei verschiedenen Thieren sehr verschieden, sie sind indess, mögen sie kreisförmig oder elliptisch seyn, immer platt. Runde Scheiben sind sie beim Menschen und den Säugethieren; interessant wäre, zu wissen, wie sie wohl beim Schnabelthier und der Echidna seyn mögen. Elliptisch finde ich sie, übereinstimmend mit anderen Beobachtern, bei den Vögeln (Huhn, Taube), bei den Amphibien (Frosch, Salamander, Eidechse), und bei den Fischen, wo sie sich zuweilen, wie beim Karpfen, der runden Form nähern, ohne vollständig rund zu seyn. Rudolphi giebt sie von den Fischen rund an, wie ich sie früher, als ich sie noch nicht gut zu untersuchen verstand, bei Clupea alosa gefunden habe; diess scheint ein Beobachtungsfehler zu seyn, oder es rührte von Vermischung mit Wasser her, wovon die elliptischen Blutkörperchen der Fische, Amphibien, Vögel, nach meiner Beobachtung, jedesmal rund und kugelig werden *). Später fand ich die Blutkörperchen von Clupea alosa wirklich elliptisch. Die elliptischen Körperchen der Amphibien und Vögel sind im Durchschnitt etwa noch einmal so lang als breit. Dass sie platt sind, dies habe ich nicht allein von den elliptischen Körperchen der Fische, Vögel und Amphibien, sondern auf das Bestimmteste auch von den kreisförmigen Körperchen des Kalbes, der Katze, des Hundes, des Kaninchens und des Menschen gesehen. Hierzu bedarf man aber guter optischer Instrumente. Von der Abplattung überzeugt man sich, wenn man den mit Serum, Kochsalz oder Zuckerwasser verdünnten Blutstropfen unter dem Mikroskop in Bewegung bringt, so dass viele von den Blutkörperchen beim Fliessen sich auf den Rand stellen. Am plattesten sind sie, im Verhältniss zu den andern Durchmessern, bei den Amphibien und bei den Fischen; unter allen Thieren finde ich sie am plattesten beim Salamander, sehr platt sind sie auch beim Frosch, wo ihre Dicke 8 bis 10 Mal geringer ist, als ihr Längendurchmesser. Die Blutkörperchen des Salamanders zeigen, wenn sie senkrecht auf dem Rande stehen, keine von der Mitte der beiden Seitenflächen hervorragende Erhöhung, sondern sind ganz gleichförmig platt; die der Frösche zeigen aber zuweilen, nicht immer deutlich, ein auf beiden Seiten hervorragendes mittleres Hügelchen, wenn sie senkrecht auf dem Rande stehen, so wie es Prevost und Dumas abgebildet haben. Obgleich, wie ich später zeigen werde, die Blutkörperchen einen innern Kern haben, so ragt doch dieser nur bei den Fröschen in der Mitte etwas hervor; bei allen übrigen Thieren dagegen ist er nicht hervorragend. Die elliptischen Blutkörperchen der Vögel sind sich ganz und gar ähnlich, zwar nicht so platt, wie die der Amphibien, sie sind jedoch entschieden platt, ungefähr in dem Verhältniss, wie ein Brod hiesigen Landes. Dass

*) Nach R. Wagner's Untersuchungen sind sie bei den Fischen bald elliptisch bald mehr der runden Form sich nähernd.

sie auch bei den Säugethieren und dem Menschen platt sind, davon konnte ich mich früher nicht überzeugen, wohl aber, nachdem ich ein kostbares Fraunhofer'sches Mikroskop anwenden konnte, und gelernt hatte, das man mit Wasser nicht verdünnen dürfe. Die Abplattung ist bei den Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere ganz gleichförmig, und sie haben jedenfalls in der Mitte keine Erhöhung. Wenn sie auf dem Rande stehend gesehen werden, erscheinen sie wie ein kurzer, gleich dicker, dunkler Strich, der an beiden Enden nicht abgerundet, sondern fast scharf aufhört, ähnlich einer Münze, die man gegen den Rand ansieht. Doch ist der öfter gebrauchte Vergleich mit Münzen deswegen unrichtig, weil sie im Verhältniss zum Breitendurchmesser nicht so dünn wie Münzen sind; sie sind beim Menschen nur 4 bis 5mal so dünn als breit.

Die Blutkörperchen der nackten Amphibien sind die grössten, die ich kenne; die der Vögel und Fische und beschuppten Amphibien sind kleiner. Die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere sind die kleinsten, und unter den Säugethieren sind sie bei der Ziege am kleinsten, wie Prevost und Dumas gefunden haben, und ich wiederfinde. Beim Kalbe sind sie ein Weniges kleiner als beim Menschen. Beim Menschen fand ich ihren Flächendurchmesser = 0,00023 — 0,00035 Par. Zoll. W. und E. Weber, so wie Wollaston, geben sie zu 0,00020, Kater zu 0,00023, Prevost und Dumas zu 0,00025 P. Z. an. Die Blutkörperchen der Vögel, neben einander mit denen der Frösche untersucht, sind etwa halb so gross, als die der Frösche, die der Salamander sind etwas grösser, als die der Frösche, aber nicht $\frac{1}{3}$ grösser, sie sind etwas länglicher; die der Eidechse finde ich ungefähr $\frac{2}{3}$ vom Durchmesser derjenigen des Frosches. Die Blutkörperchen des Frosches sind, neben denen des Menschen untersucht, ungefähr vier Mal grösser, der Flächendurchmesser der Blutkörperchen des Menschen mit dem Längendurchmesser derselben beim Frosche verglichen. Auch das Blut der Wirbellosen enthält Körperchen; sie sind aber noch nicht gehörig untersucht.

In der Mitte der kreisförmigen und der elliptischen Blutkörperchen sieht man einen Fleck, der in den kreisförmigen rund, in den elliptischen elliptisch ist, und auf der Seite der Beleuchtung hell, auf der Seite des Schattens dunkel erscheint; er sieht zuweilen, und zwar bei den Vögeln, Amphibien und Fischen, wie ein Kern im Innern aus, besonders bei heller Beleuchtung, wo die Schatten wegfallen; zuweilen und zwar bei weniger heller Beleuchtung sieht er wie eine Erhöhung aus, und zwar bei den Fröschen vorzugsweise, durchaus nicht bei den Salamandern, und auch nicht bei Vögeln und Fischen. Bei den Fröschen glaubt man deutlicher eine elliptische Erhöhung zu sehen, wenn die Körperchen in wenig Serum enthalten sind; alsdann glaubt man auch beim Frosch eine Vertiefung zwischen dem wulstigen Rande und der mittlern elliptischen Erhöhung zu bemerken. Ich sage hier bloss, was man bei verschiedenen Bedingungen zu sehen glaubt, nicht was ich dafür halte. Da nun aber die Blutkörper-

chen der Vögel, Salamander und vieler Fische, auf dem Rande stehend, an den Seitenflächen nicht eine mittlere Hervorragung zeigen, so kann ihr mittlerer Fleck auch keine Erhöhung seyn, und der Fleck rührt von dem Kern des Blutkörperchens her, welches sich auf eine andere Art beweisen lässt. Da ferner die Blutkörperchen des Frosches, auf dem Rande stehend, zuweilen ein flaches Hügelchen an den Seitenflächen zeigen, so muss der Kern hier auch eine wirkliche unbedeutende Hervorragung bilden. (R. Wagner hat indess auch an den Blutkörperchen vieler anderer Thiere, Amphibien und Fische diese Hervorragung beobachtet.) Die kreisförmigen Blutkörnchen des Menschen und der Säugethiere, durch ein gutes Instrument beobachtet, zeigen weder auf dem Rande stehend irgend eine Spur von Hervorragung an den Seitenflächen, noch hat der Fleck, wenn man sie gegen eine der Flächen ansieht, jemals das Ansehn einer Erhöhung. Die Schriftsteller haben, indem sie beständig von einem Thier auf das andere schlossen, hier zum Theil viel Verwirrung herein gebracht. Die Beobachtungen von Prevost und Dumas habe ich dagegen in vielen Punkten bestätigen können. Die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere sehen zuweilen in einer gewissen Beleuchtung so aus, als wenn sie vom Rande gegen die Mitte ganz seicht ausgehöhlt wären. Der Optiker Young ist geneigt, den Fleck für eine wirkliche Aushöhlung zu halten, ich will das nicht sagen. Es ist mir sogar in hohem Grad unwahrscheinlich, weil ich mich zuletzt überzeugt habe, dass die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere einen sehr kleinen Kern enthalten, der die Dicke des platten Blutkörperchens hat. Wenn die Scheibchen schief stehen, so dass man etwas von der einen Fläche und etwas vom obern Rande sieht, so bildet der obere Rand einen dunkeln Halbkreis, nach der einen Seite convex, nach der andern concav. Aus meinen Beobachtungen, die ich sogleich anführen werde, ergiebt sich unzweifelhaft, dass die Blutkörperchen der Frösche und Salamander einen Kern enthalten, der sich ganz anders chemisch verhält, als die Rinde. Da in den Blutkörperchen der Fische und Vögel dieser Kern mikroskopisch gerade so erscheint, wie bei den Amphibien, so ist es schon hieraus sehr wahrscheinlich, dass auch die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere einen Kern enthalten, was sich nur wegen der Kleinheit nicht so leicht wie dort direct beweisen lässt. Ich habe aber auch mit dem Fraunhofer'schen Mikroskope an den Blutkörperchen des Menschen bei einer gewissen Beleuchtung ganz deutlich einen sehr kleinen, runden, scharfbegrenzten Kern gesehen, der mehr gelblich und glänzend aussah, als der durchscheinende Umfang. Wenn man die Blutkörperchen unter dem Mikroskope mit Essigsäure vermischt, so wird die Schale fast ganz aufgelöst, und es bleiben dann diese überaus kleinen Kerne übrig, die beim Menschenblut sehr schwer zu sehen sind, während sie vom Froschblut als ganz deutliche Kerne erscheinen, die man früher im Innern der Blutkörperchen gesehen hat. Beim Menschen sind die Kerne im Innern der Blutkörperchen so klein, dass sie nicht dicker sind, als

der Durchmesser der Dicke des platten Blutkörperchens, und darum müssen sie nicht nothwendig eine Erhöhung in der Mitte bilden.

Im Blute der Frösche, so wie es aus dem Herzen selbst erhalten wird, habe ich noch eine zweite, viel kleinere Art von Körperchen gefunden, die sehr sparsam darin vorkommen; sie sind ganz rund, nicht platt, und ungefähr vier Mal kleiner als die elliptischen Blutkörperchen; sie kommen ganz mit den sehr sparsamen Körnchen der Lymphe der Frösche überein, die ich im 3. Abschn. beschreiben werde, und sind offenbar Lymphkügelchen von der in's Blut gelangenden Lymphe, oder Chyluskügelchen. Vielleicht entstehen aus den Lymph- und Chyluskügelchen die Kerne der elliptischen Blutkörperchen. Doch sind die durch Essigsäure von der Hülle befreiten Kerne der Froschblutkörperchen zwar ungefähr so gross, als die seltnere Art von Körnchen im Blut und als die Körnchen der Lymphe; allein die beiden letzteren sind rund, die durch Essigsäure dargestellten Kerne der elliptischen Blutkörperchen sind dagegen elliptisch, und beim Salamander sogar noch deutlich platt. Auch sind die Chyluskügelchen von Säugethieren viel grösser, als die Kerne der Blutkörperchen derselben Thiere. Von den ganzen Blutkörperchen unterscheiden sich aber die Chyluskügelchen dadurch, dass die Chyluskügelchen in Wasser ganz unauflöslich sind, während die Blutkörperchen in Wasser bis auf ihre Kerne sich auflösen.

Man glaubt gewöhnlich, dass die Natur sehr schnell den zum Blut gelangenden Chylus in Blut umwandele; diess mag allerdings so seyn. Indessen werden die Chyluskügelchen im Blut auch durch ihre Zertrennung zwischen den rothen Blutkörperchen unsichtbar. Wenn man aber die Gerinnung des Bluts von Säugethieren oder vom Menschen durch ein Mininum von unterkohlensaurem Kali verlangsamt, so sinken die rothen Blutkörperchen allmählig vor der Gerinnung einige Linien unter das Niveau der Flüssigkeit, und die darüber stehende Flüssigkeit ist weisslich, offenbar von den dem Blute beigemengten Chyluskügelchen. Bei der gewöhnlichen Gerinnung werden die Chyluskügelchen zwischen der ungeheuren Menge der rothen Blutkörperchen mit in das Coagulum eingeschlossen, daher das Serum durchscheinend und nicht weisslich ist, während in obigem Versuche vor der Gerinnung die leichten Chyluskügelchen im obern, die schwereren Blutkörperchen im untern Theil der Flüssigkeit suspendirt sind.

So lange die Blutkörperchen im Serum des Blutes enthalten sind, löst sich ihr Farbestoff nicht auf, wohl aber, wenn Wasser damit in Berührung kommt. Was Home (*Phil. Transact.* 1818.) von der leichten Zersetzbarkeit der Blutkörperchen gesagt hat, davon habe ich nichts bestätigt gefunden. Wenn Blut von Säugethieren geschlagen worden ist, so behalten die Blutkörperchen ihre Form, und mehrere Stunden später, ja selbst am andern Tage, mit den besten Instrumenten untersucht, zeigen die Blutkörperchen nicht die geringste Veränderung ihrer Form und Grösse. Selbst nach 24 Stunden ist fast nichts davon im Blutserum aufgelöst, und das Serum, welches in 24 Stunden einige Li-

nien hoch über den im Serum suspendirten Blutkörperchen steht, ist gelb und farblos. Nach 12 bis 24 Stunden stehen die Blutkörperchen von geschlagenem Schaf- und Ochsenblut $1\frac{1}{2}$ Linien unter dem Niveau der Flüssigkeit. Von geschlagenem Menschenblut und Katzenblut sinken die Blutkörperchen etwas tiefer, nämlich 4 bis 6 Linien schon innerhalb einiger Stunden. Solches geschlagene und vom weissen Faserstoffgerinnsel befreite Blut hat ganz das Ansehen des natürlichen Blutes, die Kügelchen schweben darin, und wenn das Blut vom Schaf und Ochsen bei 15° C. mehrere Tage steht, so bleiben sie doch darin suspendirt und sinken nicht ganz zu Boden. Die rothen Körperchen von geschlagenem Ochsen- und Schafblut senken sich in mehreren Tagen nur höchstens $2\frac{1}{2}$ Linien unter das Nivau der Flüssigkeit; das darüber stehende Serum, Anfangs farblos, färbt sich in mehreren Tagen nur ganz unbedeutend. Bringt man aber etwas Wasser zu geschlagenem Blute von Säugethieren, so löst sich ein Theil des Farbestoffes im Wasser auf, und ein grosser Theil der Blutkörperchen sinkt zu Boden. Die Blutkörperchen des Frosches sinken dagegen schon im blossen Serum des Froschblutes schnell zu Boden, und das Serum steht farblos darüber; so erhalten sich die Körperchen, bei nicht zu warmer Witterung, ohne die geringste Veränderung ihrer Form und Grösse mehrere Tage lang. Um von Froschblut ein mit Blutkörperchen gemengtes Serum zu erhalten, nehme ich das sich bildende Gerinnsel, so wie es sich bildet, nach und nach heraus, bis sich nichts mehr bildet; auch rühre ich das Gerinnsel vorher in der noch übrigen Flüssigkeit um, damit die sich anhängenden Blutkörperchen sich ablösen. Auf diese Art erhält man, nach weggenommenem Gerinnsel, Blutserum mit einer grossen Menge von Körperchen, während ein anderer Theil der Körperchen von dem Gerinnsel eingeschlossen ist. In diesem Zustande können die im Serum enthaltenen Blutkörperchen zu verschiedenen Versuchen dienen, worauf man ihre Veränderung mikroskopisch untersucht, während man frisches Blut wegen des sich bildenden Gerinnsels nicht gut zu Versuchen über das Verhalten der Blutkörperchen zu verschiedenen Stoffen brauchen kann.

Wenn man zu dem, auf die angezeigte Art bereiteten, von Gerinnsel befreiten Gemenge von Serum und Blutkörperchen des Frosches Wasser zusetzt, und das Gemenge umrührt, so löst sich der Farbestoff der Blutkörperchen allmählig im Wasser auf, und es bleibt zuletzt ein weisser Satz auf dem Boden des Uhrglases, der nun aus runden Kügelchen besteht, die viermal kleiner sind als die Blutkörperchen, und der sich im Wasser nicht auflöst. Um die Auflösung des Farbestoffes in dem Wasser zu befördern, ist es gut viel Wasser zuzusetzen. Man vermischt in einem Uhrglase das Gemenge von Serum und Blutkörperchen des Frosches mit Wasser, so dass das Gläschen voll wird. Nun wartet man kurze Zeit, bis sich die Blutkörperchen zu Boden gesetzt haben, und senkt sodann das volle Uhrglas in ein grösseres Glas mit Wasser vorsichtig so ein, dass der Satz des Uhrglases nicht aufgerüttelt und zerstreut wird. So lässt man das Glas 12 bis 24

Stunden stehen, worauf der rothe Satz weiss geworden ist. Mikroskopisch untersucht, zeigt sich nun nichts mehr von den früheren elliptischen Blutkörperchen, dagegen eine grosse Menge 4mal kleinerer, rundlicher, nur zum Theil ovaler Kügelchen. Untersucht man den Satz in den Zwischenzeiten vor Ablauf der 12—24 Stunden, so kann man sich überzeugen, dass der Farbestoff in dem Maase, als er sich im Wasser auflöst und dasselbe färbt, sich von den elliptischen Blutkörperchen entfernt hat, so dass sie immer kleiner werden, während der Kern derselben bleibt, bis zuletzt bloss der im Wasser unauflösliche farblose Kern übrig ist *). Mit diesem weissen Satze kann man dann weiter kleine Versuche anstellen. Im Wasser sich selbst überlassen, löst er sich nicht auf, sondern bildet zuletzt ein schleimiges, noch aus denselben kleineren Kügelchen bestehendes Wesen auf dem Boden des Glases. In Alkalien wird dieser Satz aufgelöst; Essigsäure verändert ihn in langer Zeit nicht. Der Action der galvanischen Säule ausgesetzt, verhält er sich so, wie eine Auflösung von Eidotter, wie später ausgeführt werden soll.

Dass sich der Farbestoff der Blutkörperchen ganz und in allen Verhältnissen im Wasser auflöst, wie Berzelius gegen Prevost und Dumas bemerkt, und dass er dann nicht in kleinen Fragmenten im Wasser suspendirt ist, davon kann man sich nicht allein am Blute des Menschen und der Säugethiere, sondern auch viel sicherer an den Blutkörperchen des Frosches überzeugen. Was aus den Kernen der Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere wird, wenn die Blutkörperchen mit Wasser gemengt werden, lässt sich wegen ihrer ausserordentlichen Kleinheit nicht ausmitteln, und es ist nach Analogie des Froschblutes nur wahrscheinlich, dass die in Wasser unauflöslichen Kerne im Wasser suspendirt bleiben, wenn man geschlagenes und vom Gerinnsel befreites Säugethierblut mit so viel Wasser verdünnt, dass aller Farbestoff der Blutkörperchen sich auflöst. Beim Gerinnen des ungeschlagenen Säugethierblutes bleiben die Kerne der Blutkörperchen mit dem rothen Coagulum verbunden, vielleicht selbst noch, wenn der Farbestoff aus diesem Coagulum schon ausgewaschen ist; vielleicht werden sie auch hierbei mit ausgewaschen (ohne wie der Farbestoff aufgelöst zu werden). Berzelius scheint die Unlöslichkeit des Farbestoffes im Serum von dessen Eiweiss-

*) Man hat bemerkt, dass die Schale dar Blutkörperchen zwar stark in der Form verändert werde, aber sich nicht eigentlich in Wasser auflöse. Wartet man lange genug, so sieht man, dass die Schale ganz zerstört wird und dass nur die Kerne übrig bleiben. Dass in 24 Stunden an den Blutkörperchen die Schale noch nicht zerstört, der Farbestoff aber ausgezogen war, ist eine von mir selbst gemachte Beobachtung Burdach's *Physiologie Bd.* 4. 84. Nach mehreren Tagen ist die Schale der Blutkörperchen vom Wasser ganz zerstört und der übrig bleibende Rest besteht aus blossen Kernen mit einem Satz von sehr feinem körnigem Wesen, der die Kerne verlassen hat. Der Farbestoff der Schale wird schon viel früher aus der Schale ausgezogen. Dass der Farbestoff der Schale von der übrigen Materie der Schale noch verschieden ist, geht auch hieraus hervor, und ist a. a. O. bereits bemerkt.

gehalt abzuleiten, und bemerkt, dass, wenn Wasser, womit der Blutkuchen ausgewaschen worden, Farbestoff absetzt, diess von anhängendem Serum herrühre. Ich theile ganz die Ansicht des grossen Chemikers, dass der Farbestoff der Blutkörperchen im Wasser in allen Verhältnissen löslich ist; indessen glaube ich, dass die Nichtauflösung des Farbestoffes im Serum nicht allein von der Auflösung des Eiweisses, sondern auch vorzüglich von der Auflösung der Salze im Serum herrührt. Wenn ich auf dem Objectträger des Mikroskopes zu einem Tröpfchen Froschblut einige Tropfen von einer wässrigen Auflösung von Eidotter zusetzte, so sah ich die Blutkörperchen fast eben so schnell ihre Gestalt verändern und rund werden, als wenn ich reines Wasser zusetzte. Wenn ich aber zu einem Tropfen Froschblut Tropfen von einer Auflösung eines solchen Salzes brachte, welches das Blut nicht zersetzt, z. B. von unterkohlensaurem Kali oder von Kochsalz, so veränderte sich die Form und Grösse der Blutkörperchen durchaus nicht. Auch Zuckerwasser wirkt wie Salzauflösung. Die Natur der Blutkörperchen wird sehr aufgeklärt durch ihr Verhalten gegen verschiedene Reagentien, welches man mit dem zusammengesetzten Mikroskope an den grossen Blutkörperchen der Frösche und Salamander allein deutlich beobachten kann. Man kann hierzu Tropfen frischen Froschblutes nehmen. Da sich indess in diesen ein Gerinnsel bildet, so ist es besser, wenn man sich auf die früher angezeigte Art durch Entfernen des Gerinnsels ein blosses Gemenge von Serum und Blutkörperchen des Froschblutes bereitet. Man bringt ein Tröpfchen davon auf den Objectträger des Mikroskopes, und breitet es aus, daneben bringt man einen Tropfen von einem Reagens. Während man nun observirt, bringt man beide Tropfen mit einander in Verbindung, und betrachtet die Veränderungen der Blutkörperchen; oder man betrachtet zuerst die Blutkörperchen für sich, setzt dann das Reagens auf dem Objectträger hinzu und betrachtet sie wieder. Dieser Methode habe ich mich beständig bei den folgenden Untersuchungen bedient.

Sehr merkwürdig ist die augenblickliche Veränderung der Blutkörperchen durch reines Wasser. Die Blutkörperchen des Menschen werden davon undeutlich, man sieht wegen der Kleinheit das Nähere nicht; doch glaube ich bemerkt zu haben, dass sie ihre Plattheit verlieren. Denn ich konnte beim Vorbeifliessen der Blutkörperchen unter dem Mikroskope keine mehr erkennen, die einen scharfen Rand bei veränderter Stellung sehen liessen. Am Froschblute sieht man aber Alles genau. So wie ein Tropfen Wasser mit einem Tropfen Blutes in Berührung kommt, werden augenblicklich die elliptischen platten Körperchen rund, und verlieren ihre Plattheit, so dass sich beim Vorbeifliessen keine mehr aufstellen und einen scharfen Rand sehen lassen. Ob sie dabei aufschwellen, weiss ich nicht; sie werden kleiner, als der Längendurchmesser der Ellipse war, aber doch grösser als der Breitendurchmesser derselben. Viele zeigen sich ungleich, uneben, verschoben; die meisten sind rundlich, aber ungenau. Der Kern hat sich durch die Berührung des Wassers bei vielen verschoben,

er wird nicht mehr in der Mitte, sondern an der Seite gesehen, in anderen fehlt er ganz; solcher sind jedoch nur wenige, und diese scheinen durch die gewaltsame Veränderung, welche sie vom Wasser erlitten haben, ihre Kerne ausgetrieben zu haben; denn man sieht, so wie Blutkörperchen ohne Kerne, so auch elliptische Kerne ohne Hülle auf dem Sehfelde zerstreut, aber nicht zahlreich. Von den erwähnten kleineren Kügelchen des Froschblutes unterscheiden sich diese wenig zahlreichen ausgetriebenen Kerne durch ihre elliptische Gestalt. Nach und nach, wenn man mehr Wasser zusetzt, verändert sich auch die Grösse der rund gewordenen, zum Theil noch kernhaltigen, zum kleinsten Theil kernlosen Blutkörperchen. Sie werden unter den Augen des Beobachters kleiner, zerfliessen, und zuletzt, nach einiger Zeit, ist nichts mehr übrig als die Kerne, die sich im Wasser nicht auflösen. Wasser, worin unterkohlensaures Kali, oder Kochsalz, oder Salmiak, oder Zucker aufgelöst worden, verändert nicht im Geringsten die Form und Grösse der Blutkörperchen. Nur von gesättigter Auflösung von unterkohlensaurem Kali scheinen sie allmählig etwas kleiner zu werden. Bringt man Blutkörperchen des Frosches von dem vom Gerinnsel befreiten Gemenge von Blutkörperchen und Serum mit verdünnter oder concentrirter Essigsäure unter dem Mikroskope in Berührung, so werden sie augenblicklich unförmlich, zum Theil rund, und ihre Farbestoffhülle wird in einigen Minuten fast ganz aufgelöst, so dass nur die elliptischen Kerne übrig zu bleiben scheinen, welche zwischen $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ von der Breite der ganzen Blutkörperchen im Breitendurchmesser haben. Diess sind nicht etwa zusammengeschrumpfte Blutkörperchen, sondern es sind die unveränderten Kerne, die man schon früher sah, und um welche herum die Farbestoffhülle sichtbar kleiner wird, bis sie ganz aufgelöst scheint. Doch wird nicht die ganze Rinde von Farbestoff um den Kern aufgelöst; denn mit dem Fraunhofer'schen Mikroskope konnte ich mich überzeugen, dass ein sehr schmaler, überaus blasser, unscheinbarer Umriss um die deutlich erscheinenden Kerne herum geblieben war, dessen Durchmesser aber sehr viel kleiner ist, als der Durchmesser des ganzen Blutkörperchens. Diese Kerne entsprechen den Umrissen des ganzen Blutkörperchens. Beim Frosche scheinen sie nicht platt zu seyn, wenigstens nicht merklich; beim Salamander habe ich dagegen die Kerne, nach der Behandlung der Blutkörperchen mit Essigsäure, ganz deutlich platt gesehen, so platt wie die Blutkörperchen selbst. Beim Frosche sind sie ungefähr noch einmal so lang als breit, obgleich es auch einzelne giebt, die sich der runden Form mehr nähern; beim Salamander sind die Kerne länglicher, und haben fast parallele Seiten, während sie an beiden Enden abgerundet sind. Auf diese Art kann man durch Essigsäure auch die überaus kleinen Kerne von den Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere darstellen, die man jedoch nur bei der grössten Aufmerksamkeit mit einem sehr klaren Instrumente sieht.

Versetzt man unter Umrühren ein vom Gerinnsel befreites Gemenge von Blutkörperchen und Serum des Frosches in einiger

Quantität mit Essigsäure, so erleiden die Blutkörperchen dieselbe Veränderung; aber man sieht nun auch, dass die Kerne, welche sich zu Boden setzen, ein hellbraunes Pulver bilden, welches sich in mehreren Tagen nicht auflöst, und später, mikroskopisch untersucht, noch aus denselben unveränderten Kernen der Blutkörperchen besteht. Faserstoff und Eiweiss wird sonst in Essigsäure nicht braun, sondern durchscheinend und allmählig etwas dadurch aufgelöst. Indessen scheint die braune Farbe des Pulvers von etwas noch anhängendem und vielleicht chemisch verändertem Farbestoff herzurühren; denn die Kerne der Blutkörperchen, welche man durch Behandlung der Blutkörperchen mit Wasser in grösserer Quantität auf die angezeigte Art erhält, sind weiss, und bleiben, mit Essigsäure begossen, ein weisser Satz. Die hierzu angewandte Essigsäure war als chemisch rein geprüft, und etwas mehr concentrirt als die Essigsäure der preussischen Pharmacopoe.

Salzsäure löste unter dem Mikroskope die Blutkörperchen nicht bis auf ihre Kerne auf, sie wurden nur unmerklich kleiner. Chlorgas entfärbte das Froschblut; zuerst wird es nämlich bräunlich, aber schnell ganz weisslich; dabei gerinnt das Eiweiss in Kügelchen. Später, mikroskopisch untersucht, zeigen sich in der weissen Materie noch die Formen der Blutkörperchen, sie sind aber etwas kleiner. Man kann den Versuch so anstellen, dass man die Röhre, wodurch man Chlorgas leitet, mit Froschblut inwendig bestreicht, oder dass man in ein mit Chlorgas gefülltes, sehr enghalsiges Glas Froschblut hineinfliessen lässt und das Glas schnell verstopft. Das Blut fliesst nun eine Strecke an den Wänden herab, gerinnt aber sehr schnell. Sauerstoffgas und Kohlensäure verändern die Form der Blutkörperchen nicht.

Liquor kali caustici veränderte die Form der Blutkörperchen nicht, sondern machte sie in ihren natürlichen Dimensionen immer kleiner, so dass sehr schnell nicht allein die Hülle, sondern auch der Kern ohne Spur aufgelöst wurde. Liquor ammonii caustici löste die Körperchen noch schneller auf, und veränderte im Momente der Berührung schon die Körperchen ins Runde. Auch die Kerne wurden spurlos aufgelöst. Alkohol verändert die Körper nicht; sie schrumpfen nur ein wenig ein, und werden wegen der Kügelchen von Eiweiss, die sich durch Gerinnung aus dem Serum bilden und das Gesichtsfeld trüben, undeutlich. Strychnin und Morphium brachten in den Körperchen keine Veränderung hervor.

Die Blutkörperchen sind im arteriösen und venösen Blute von gleicher Form und gleicher Grösse, was mit den Angaben des sonst genauen Kaltenbrunner im Widerspruch steht, welcher behauptet, dass die Blutkörperchen in den Capillargefässen etwas anschwellen, und dass zugleich ihre Ränder weniger umschrieben werden und etwas zerfliessen. Ich fand auch, dass die Form der Blutkörperchen durchaus nicht verändert wurde, als ich Fröschen die Lungen ganz unterband und darauf abschnitt, worauf sie noch 30 Stunden lebten, wahrscheinlich durch Athmen mit der Haut, wie die Fische in v. Humboldt's und Provençal's Versuchen.

Ueber die Blutkörperchen der Wirbellosen siehe die oben angeführte, sehr reichhaltige Schrift von Wagner.

b. Untersuchung der Blutflüssigkeit.

Unter Blutflüssigkeit, Liquor sanguinis, verstehe ich die farblose Flüssigkeit des Blutes ausser den rothen Blutkörperchen, und zwar so, wie sie vor dem Gerinnen des Blutes ist. Bei dem Gerinnen trennt sich diese Flüssigkeit in den Faserstoff, der vorher aufgelöst war, und beim Gerinnen die rothen Körperchen mit einschliesst, und in das Serum, welches nun noch den Eiweissstoff aufgelöst enthält. Wir werden in dieser mechanischen Analyse des Blutes zuerst den Faserstoff, dann das Serum abhandeln.

1) *Vom Faserstoff.*

Die gewöhnliche Ansicht von der Gerinnung des Blutes ist, dass das rothe Gerinnsel sich durch Aggregation der Blutkörperchen bilde, und dass die Kerne der Blutkörperchen eben die Faserstoffkügelchen sind, die von einer Hülle von Farbestoff bekleidet werden, der nach der Coagulation von den aggregirten Faserstoffkügelchen ausgewaschen werden kann, worauf weisses Coagulum zurückbleibt. Diese Ansicht haben besonders Home und Prevost und Dumas vorgetragen, und Dutrochet hat sie bei seinen neueren Untersuchungen über das Verhalten des Blutes zu der galvanischen Säule vorausgesetzt. Berzelius hat indess aus dem Umstande, dass die Lymphe aufgelösten Faserstoff enthält, vermuthet, dass auch das Blut aufgelösten Faserstoff enthalten müsse, weil die Lymphe gleichsam eine von dem Blute abgeseihete Flüssigkeit sey. Man könnte als noch triftigern Grund hinzufügen, weil die Lymphe selbst ins Blut gelangt. Berzelius stellte daher vermuthungsweise die Ansicht auf, dass beim Gerinnen des Blutes der im Blute aufgelöste Faserstoff fest werde und die Blutkörperchen zwischen sich nehme. Diese Ansicht, dass der Faserstoff im Blute aufgelöst ist, ist schon zu verschiedener Zeit proponirt worden.*) Ich bin so glücklich gewesen, einen definitiven Beweis für Berzelius Vermuthung zu finden, und bin im Stande, zu zeigen, dass das rothe Coagulum des Blutes nur ein Gemenge von Faserstoff, der vorher aufgelöst war, und von Blutkörperchen ist.

Ich habe zuerst bemerkt, dass, wenn man Froschblut in einem Uhrglas auffängt, vor der Bildung des ganzen Blutcoagulums schon farblose, wasserhelle Gerinnsel entstehen, die man am Rande mit der Nadel hervorziehen kann; so sieht man auch Punkte und

*) Hewson hat schon gute Gründe dafür beigebracht, dass der Faserstoff nicht in den Blutkörperchen sondern ausser ihnen im Blute enthalten ist. Hier kann er entweder aufgelöst oder fein vertheilt als Körnchen vorhanden seyn, die sich bei der Gerinnung verbinden, wie Milne Edwards vermuthete. Die folgenden Beobachtungen beweisen, dass der Faserstoff so gut wie das Eiweiss in der Blutflüssigkeit wirklich aufgelöst ist.

kleine Läppchen von farblosem, wasserhellem Gerinnsel, wenn man das Blut eine bis zwei Minuten nach dem Ausflusse vom Boden des Uhrglases abfliessen lässt. Diese kleinen farblosen Gerinnsel bleiben dann am Boden hängen. Um den Einwurf zu beseitigen, dass beim Abschneiden des Froschschenkels, wodurch man am leichtesten einen Blutfluss verursacht, Tropfen Lymphe mit ausgeflossen wären, deren aufgelöster Faserstoff diese Erscheinung bewirkt hätte, sammelte ich das Blut fernerhin aus der Schenkelarterie, beim Frosche die Art. ischiadica, welche an der hintern Seite des Oberschenkels zwischen den Muskeln verläuft, und die man sogleich auffindet, da sie neben dem grossen Nervus ischiadicus, dem Schenkelnerven, wie die Physiker ihn gewöhnlich nennen, liegt. Diese Arterie legte ich bloss, und sammelte das Blut unter mancherlei vorsichtigen Handgriffen allein aus diesem Gefässe, so dass ich sicher seyn konnte, dass ich reines Blut hatte. Eben so sammelte ich das Blut aus dem blossgelegten und angeschnittenen Herzen, was viel leichter ist. Jedesmal bemerkte ich vor dem vollständigen Gerinnen des Blutes das Entstehen kleiner wasserheller Gerinnsel. Brachte ich einen Tropfen reinen Blutes unter das Mikroskop und verdünnte ihn mit Serum, so dass die Blutkörperchen ganz zerstreut aus einander lagen, so konnte ich bei mikroskopischer Beobachtung sehen, dass zwischen den Blutkörperchen in den Zwischenräumen ein Gerinnsel von vorher aufgelöstem Stoff entstand, durch welches nun allein noch die ganz zerstreuten Blutkörperchen zusammenhingen. So konnte ich alle Blutkörperchen, so zerstreut sie auch waren, und so gross auch die Zwischenräume zwischen ihnen waren, doch zu gleicher Zeit verschieben, wenn ich mit der Nadel das die Zwischenräume ausfüllende Faserstoffgerinsel zerrte. Da die Blutkörperchen des Frosches bei starken Vergrösserungen so ungemein gross erscheinen, so lässt diese Beobachtung die grösste Deutlichkeit zu, und es bleibt kein Zweifel übrig.

Es giebt indessen eine noch viel leichtere, und sogar noch sicherere Art sich zu überzeugen, dass Faserstoff im Froschblute aufgelöst ist. Da ich aus Erfahrung wusste, dass die Blutkörperchen des Frosches ungefähr 4mal grösser sind, als die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere, so schloss ich, dass das Filtrum sie vielleicht zurückhält, während es die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere durchlässt. So ist es, und auf diese einfache Auskunft kam ich, wie es gewöhnlich geschieht, erst zuletzt; und nun freue ich mich, durch einen leichten Versuch in den Vorlesungen zeigen zu können, dass Faserstoff im Blute aufgelöst ist, der wasserhell durch Filtrum geht und dann gerinnt. Der Versuch lässt sich ganz im Kleinen mit dem Blute eines einzigen Frosches anstellen; ein kleines gläsernes Trichterchen und ein Filtrum von gewöhnlichem weissem Filtrirpapier, oder nicht zu dünnem Druckpapier sind das Einzige, was man nöthig hat. Das Filtrum muss natürlich vorher nass seyn, und es ist gut, wenn man das eingegossene frische Blut des Frosches schnell mit eben so viel Wasser versetzt. Was dann von dem Filtrum abfliesst, ist ein fast ganz farbloses, klares Se-

rum von Wasser verdünnt, mit einem ganz leichten Anfluge von Roth, von Farbestoff, welcher von zugesetztem Wasser aufgelöst worden. Da indessen die Auflösung des Blutroths von Froschblut durch Wasser ziemlich langsam geschieht, so ist das Durchgeseihte kaum röthlich zu nennen, und zuweilen ganz farblos. Wendet man statt des zugesetzten Wassers vielmehr Zuckerwasser an (1 Theil Zucker auf 200 Theile und mehr Wasser), so wird während der Filtration gar kein Blutroth aufgelöst, und das Durchgehende ist vollkommen farblos und ohne die geringste Spur einer Beimischung. Untersucht man das durchgehende Serum mit dem Mikroskope, so bemerkt man keine Spur von Kügelchen darin. In diesem klaren Serum entsteht nun innerhalb einiger Minuten ein wasserhelles Coagulum, so klar und durchsichtig, dass man es nach seiner Bildung nicht einmal bemerkt, wenn man es nicht mit einer Nadel aus der Flüssigkeit hervorzieht. Nach und nach verdichtet es sich und wird weisslich, fadenartig; es sieht dann gerade so aus, wie das Coagulum der menschlichen Lymphe in meinen Beobachtungen. Vergl. *Abschn.* 3. Auf diese Art erhält man den Faserstoff von Blut im reinsten Zustande, wie es bisher nicht dargestellt werden konnte. Um die rechte Sorte Filtrirpapier zu finden, muss man erst einige Proben machen. Ist das weisse Filtrirpapier zu dünn, so gehen einige wenige Blutkörperchen mit durchs Filtrum, die man erst bei mikroskopischer Untersuchung in dem klaren, farblosen Coagulum hier und da eingeschlossen findet. Hat man erst die rechte Sorte von Filtrum aufgefunden, so erhält man ein Coagulum von Faserstoff, worin auch keine Spur eines Blutkörperchens vorkömmt. Es versteht sich von selbst, dass nicht aller im Blute aufgelöste Faserstoff auf diese Art erhalten wird; der grösste Theil gerinnt innerhalb des Filtrums, weil er nicht vor seiner Gerinnung durchs Filtrum gelangen kann. Zu einem rohen Versuche kann man das Blut nehmen, wie man es nach der Amputation eines Froschbeines im Knie erhält, und es sogleich in das mit etwas kaum süsslich schmeckendem Zuckerwasser versetzte Filtrum austräufeln lassen. Allein dieser Versuch ist roh, weil hier etwas aus der Lymphe von dem Beine mit ausfliessen kann. Um mit reinem Blute des Frosches zu experimentiren, muss man das Blut aus dem blossgelegten und durchschnittenen Herzen selbst austräufeln lassen. Der Faserstoff, den man in diesen Fällen erhält, ist nicht deutlich körnig, sondern ganz gleichartig, erst wenn er sich zusammengezogen hat und weisslich geworden ist, sieht man mit dem zusammengesetzten Mikroskope eine ganz undeutlich feinkörniges Wesen, einen Anschein, der aber auch von Ungleichheiten der Oberfläche herrühren kann.

Man kann die Existenz von aufgelöstem Faserstoff im Blute des Frosches, wie auch in dem der Säugethiere und des Menschen noch auf eine andere Art beweisen. Indem man einem Gläschen voll Blut irgend eines Thieres oder des Menschen sogleich einige Tropfen von einer sehr concentrirten Auflösung von unterkohlensaurem Kali zusetzt, wird die Gerinnung sehr lange aufgehalten, und die Blutkörperchen senken sich allmählig unter

das Niveau der durchsichtigen Flüssigkeit, ehe die Gerinnung eintritt. Nach ½ bis 1 Stunde bildet sich ein zartes Gerinnsel; der untere Theil des Gerinnsels ist, so weit die Blutkügelchen stehen, roth, der obere ist weisslich und fadenziehend.

Prevost und Dumas haben die Quantität der Kügelchen im Blute verschiedener Thiere aus der Menge des rothen getrockneten Coagulums zu bestimmen gesucht, und diese Untersuchungen sind sehr dankenswerth. Berzelius hat indess bereits bemerkt, dass das Resultat einer solchen quantitativen Analyse nie genau ausfallen könne, weil das Coagulum eine grosse Menge Serum in sich einschliesse, das beim Trocknen sein Eiweiss und seine Salze zurücklässt, während das Abwaschen nicht allein Serum, sondern auch Blutroth entfernen würde. Da aber Prevost und Dumas von der Voraussetzung ausgingen, dass der Faserstoff des Blutes von den Kernen der Blutkörperchen herrühre, so bedürfen ihre Resultate einer neuen Correction. Was sie nämlich Menge der Kügelchen nennen, muss Summe der Kügelchen und des vorher aufgelösten Faserstoffes heissen. Mit dieser Correction behalten die zahlreichen quantitativen Bestimmungen der beiden Naturforscher ihren Werth. Diese Correction ist auch bei den sonst sehr dankenswerthen quantitativen Analysen von Lecanu über die Menge der Kügelchen in verschiedenen Temperamenten und Geschlechtern nöthig. Um die Menge des Faserstoffes im Blute verschiedener Thiere und in Krankheiten zu bestimmen, bedarf es ganz neuer Untersuchungen. Das beste Mittel dazu ist das Schlagen des Blutes.

Durch das Schlagen des Blutes lässt sich der vorher aufgelöste Faserstoff des Blutes als farbloses oder fast farbloses Gerinnsel erhalten, während die Blutkörperchen unverändert im Serum suspendirt bleiben. Untersucht man das Blut nach dem Schlagen, so hat es noch ganz sein natürliches Ansehen, man findet die Blutkörperchen gleichförmig schwebend, und, wofern kein Wasser zum Blute gekommen ist, auch unverändert. Ich weiss nicht, woran es liegt, dass Berzelius das Gegentheil sagt. Er bemerkt nämlich, dass, wenn man nach dem Schlagen das Blut mit dem zusammengesetzten Mikroskope untersuche, es keine Blutkörperchen mehr enthalte, sondern kleine, ungelöste, zerriebene rothe Körperchen, die in einer gelben Flüssigkeit schwimmen, und die Berzelius für Theile der Farbestoffhülle ansieht. Sie gehen beim Filtriren durchs Papier; diess thun indess auch die Blutkörperchen des frischen Blutes von höheren Thieren. Berzelius sagt, dass, wenn man das Blut mehrere Tage lang bei 0° aufbewahre, diese rothen Theilchen langsam zu Boden sinken und die Flüssigkeit sich über ihnen aufkläre, wiewohl sie zuweilen noch durch einen kleinen Theil aufgelösten Farbestoffs röthlich bleibe. Mit der Hochachtung, die ich gegen diesen grossen Mann hege, muss ich doch bemerken, dass ich die Blutkörperchen in dem geschlagenen Blute, so lange kein Wasser dazu kömmt, ganz unverändert wieder finde. Ich habe sie vom Kalbe und Ochsen, vom Menschen und von der Katze in diesem Zustande mit dem Fraunhofer'schen Mikroskope und noch

einem andern Instrumente untersucht, und sie weder in der Grösse noch in der Form verändert gefunden, so dass ich sogar noch eben so gut ihre Abplattung erkennen konnte, wie im frischen Blute.

Das Schlagen des Blutes gewährt den ausserordentlichen, durch keinen Kunstgriff zu ersetzenden Vortheil, die unversehrten Blutkörperchen von dem vorher aufgelösten Faserstoffe abzuscheiden. Filtrirt man durch Leinentuch die aufgeschwemmten Theile ab und wächst den Faserstoff von anhängendem Serum rein, so hat man nach dem Trocknen desselben sicher die in einer gewissen Quantität Blut enthaltene Menge des Faserstoffs. Dagegen lässt sich die Menge der Blutkörperchen nicht sicher bestimmen. Wenn man die Menge des rothen Coagulums in 100 Th. Blut bestimmt und die Menge des Faserstoffs in 100 Th. Blut davon abzieht, so erhält man zwar die Menge der in diesem Coagulum enthaltenen Blutkörperchen, allein vermengt mit einer unbestimmten Menge Eiweiss von dem Serum, welches in das Coagulum eingeschlossen war, und dessen Eiweiss und Salze beim Trocknen zurückbleiben. Es giebt einen Ausweg, den Lecanu zur Bestimmung der Menge des Blutroths eingeschlagen zu haben scheint; allein er beruht auf einer Voraussetzung. Man bestimmt die Menge von Eiweiss im Serum des Blutes, man trocknet geschlagenes Blut desselben Thieres, vom Faserstoff befreit, ein und bestimmt die Menge Wasser, die es verliert. Wenn man nun voraussetzt, dass dieses Wasser ganz gleichförmig so viel Eiweiss aufgelöst enthielt, als man in dem Serum gefunden hatte, wenn man also annimmt, dass das die Substanz der Blutkörperchen durchdringende Wasser ebenfalls gleichviel Eiweiss aufgelöst enthalte, so kann man die Menge des im eingetrockneten Gemenge von Serum und Blutkörperchen des geschlagenen Blutes befindlichen Eiweisses bestimmen, und es bliebe die Quantität der Blutkörperchen übrig. Diess beruht aber auf einer ganz unerweisbaren Voraussetzung.

Da sich nur die Quantität des vorher aufgelösten Faserstoffes sicher, und zwar aus geschlagenem Blute bestimmen lässt, so habe ich mich nur damit beschäftigt. Vom 3627 Gran geschlagenen Ochsenblutes erhielt ich 18 Gran Faserstoff im getrockneten Zustande, von 3945 Gran Ochsenblut, das nicht geschlagen wurde, 641 Gran rothes Coagulum im getrockneten Zustande; diess macht auf 100 Th. Ochsenblut 16,248 Th. trocknes rothes Coagulum, worin 0,496 Faserstoff enthalten sind. Nach Fourcroy enthält das Blut 0,0015—0,0043 trockne Fibrin, nach Berzelius enthalten 1000 Th. 0,75, nach Lassaigne 1, 2 trockne Fibrin. Aus 22 Beobachtungen fand Lecanu (*Transact. med.* 6. *Oct.* 1831. 92.) die Menge der trocknen Fibrin zu 1,360—7,235 auf 1000 Th. Menschenblut.

Prevost und Dumas haben im arteriellen Blute mehr Blutkörperchen gefunden als im venösen; diess muss auch wieder heissen, mehr rothes Coagulum. Da das Arterienblut ernährt, und da beständig Lymphe mit aufgelöstem Faserstoffe von den Organen kömmt, so lässt es sich schon erwarten, dass das Arterienblut mehr Faserstoff enthalten müsse als das Venenblut. So

haben es auch Mayer und Berthold in mehreren Versuchen gefunden. Es schien mir indess nothwendig, mich hierüber durch einen Versuch selbst zu vergewissern. Von einer Ziege sammelte ich aus der Jugularvene 1392 Gran, kurz darauf aus der Carotis 3004 Gran Blut. Beide Blutarten wurden geschlagen, wobei das Ausspritzen des Blutes sorgfältig verhindert wurde. Das Arterienblut lieferte 14½ Gran, das Venenblut 5½ Gran trokkenen Faserstoff. Das Arterienblut der Ziege enthielt also 0,483 Procent, das Venenblut 0,395 Procent aufgelösten Faserstoff. Nach Denis verhält sich der Gehalt von Faserstoff im venösen und arteriösen Blute wie 24: 25; nach Berthold bei Ziegen wie 366:429, bei Katzen wie 474:521, bei Hammeln wie 475:566, bei Hunden wie 500:666. (Burdach *Physiol.* 4. 382.) Das Mittel aus diesen Beobachtungen ist, dass sich der Faserstoff im Arterien- und Venenblut wie 24:29 verhält.

Diese Materie, welche bisher als Faserstoff des Blutes chemisch untersucht worden ist, ist der im Blute aufgelöste Faserstoff, der, im Fall das Blut geschlagen wurde, rein erhalten ward, im Fall der Faserstoff aus rothem, ausgewaschenem Coagulum erhalten wurde, auch noch die Kerne der Blutkörperchen enthalten konnte. Der Betrag dieser Kerne kann indess nicht gross seyn, denn wenn man rothes Coagulum auf dem Filtrum auswäscht, so ist die Quantität des erhaltenen Faserstoffs nicht merklich verschieden von derjenigen, welche man erhält, wenn man Blut schlägt. Es könnte seyn, dass diese im Säugethier- und Menschenblute jedenfalls kleinen Kerne beim Auswaschen sich grösstentheils von dem Coagulum ablösen und in einer Farbestoffauflösung mit suspendirt enthalten sind, so wie man beim blossen Rütteln des rothen Coagulums vom Frosch und von Säugethieren selbst eine ausserordentliche Menge sich ablösender unveränderter ganzer Blutkörperchen mit Serum erhält. In einer Farbestoffauflösung können diese Kerne nicht leicht mit dem Mikroskope entdeckt werden, wenn sie auch wirklich darin enthalten sind. Wenn man von Menschenblut einen Tropfen mit mehreren Tropfen Wasser unter dem Mikroskope verdünnt, so werden die Blutkörperchen ununterscheidbar, der Farbestoff löst sich im Wasser auf, ohne dass man deutlich die Kerne sieht; vermischt man einen Tropfen Menschenblut mit Essigsäure unter dem Mikroskope, so sieht man nur mit genauer Noth noch die kleinen Kerne. Ob die Kerne der Blutkörperchen, die ich vom Froschblut erhalten habe, Faserstoff sind oder nicht, weiss ich nicht; sie haben die allgemeinen Eigenschaften des geronnenen Faserstoffs und geronnenen Eiweisses, sie lösen sich leicht in Alkalien und schwer in Säuren, selbst in Essigsäure verändern sie sich innerhalb eines Tages nicht, da Essigsäure sonst von Faserstoff etwas aufnimmt. In Essigsäure bilden die Blutkörperchen des Frosches, in kleinen Mengen zugesetzt, ein braunes Pulver, das, mikroskopisch untersucht, noch etwas von der blass gewordenen Farbestoffhülle zeigt. Faserstoff wird in Essigsäure durchsichtig; indess kann die braune Färbung der ellipsoidischen Kerne, wie ich schon bemerkte, vielleicht auch von anhängendem Far-

bestoff herrühren. Wenigstens färbte sich der weisse Satz von Kernen der Blutkörperchen des Frosches durch Essigsäure nicht; jener weisse Satz nämlich, den man erhält, wenn man ein Gemenge von Serum und Blutkörperchen mit viel Wasser verdünnt.

In der Entzündung und in einigen anderen Fällen gerinnt das Blut auf eine etwas abweichende Art. Nämlich ehe das Blut ganz zu einer Gallerte gesteht, senken sich schon die rothen Blutkörperchen unter das Niveau der Flüssigkeit, so dass das flüssige Blut vor dem Gerinnen unten roth und oben farblos oder weisslich aussieht. Nun erst gerinnt es zu einer gallertartigen Masse, die unten roth, oben weiss oder graugelb ist, und allmählig, wie gewöhnlich, das Serum austreibt. Indem sich der Kuchen zusammenzieht, verkleinern sich der obere und der untere Theil in ungleichem Verhältnisse; der graugelbe oder weissgelbe obere Theil des Kuchens zieht sich fester zusammen, und sein Durchmesser wird zuletzt viel kleiner als der Durchmesser des untern Theiles des Kuchens, obgleich der Kuchen vorher in jeder Höhe den Durchmesser des Gefässes selbst hatte. Die Ursachen dieser besondern Art der Gerinnung sind folgende: Wenn sich im entzündlichen Blute die rothen Körperchen schon vor der Gerinnung durch irgend einen Grund senken, während sie sich im gesunden Blute bis zu der Zeit der Gerinnung noch nicht gesenkt haben, so gerinnt zwar der Faserstoff in der ganzen Masse des Blutes, allein der untere Theil des Gerinnsels enthält die gesunkenen rothen Körperchen eingeschlossen, der obere Theil des Gerinnsels ist ohne rothe Körperchen, und heisst nun crusta inflammatoria, obgleich die Materie dieser Kruste auch durch den rothen Kuchen verbreitet, und nichts weiter ist, als der geronnene, vorher aufgelöste Faserstoff. Dass der farblose obere Theil des Gerinnsels sich enger und fester zusammenzieht als der untere rothe Theil, ist sehr natürlich, weil der untere rothe Theil des Faserstoff-Coagulums durch die mit eingeschlossenen rothen Körperchen in einem gewissen Grade von Ausdehnung erhalten wird. Man kann es dem Blute immer vorher schon ansehen, wenn es eine Kruste, d. h. einen obern farblosen Theil des Coagulums erhalten soll; denn da die Bedingung dazu die Senkung der rothen Körperchen unter das Niveau ist, so sieht man an dem Blute, worauf nachher eine crusta inflammatoria entsteht, den obersten Theil der Flüssigkeit vor dem Gerinnen zuerst durchscheinend, dann weisslich werden. Diess ist das durch die ganze Masse verbreitete, aufgelösten Faserstoff enthaltende Serum, welches vor dem Gerinnen des Faserstoffs einen weisslichen opalisirenden Anschein erhält. Hewson und Babbington (*Medico-chirurgical Transact. Vol. XVI. p.* 11.) haben gezeigt, dass man dieses farblose Serum vor dem Gerinnen mit einem Löffelchen abschöpfen kann, und dass dieses abgeschöpfte Serum noch gerinnt. Dieses habe ich auch am Blute einer Schwangern bestätigt gesehen.

Es fragt sich nun, was ist die Ursache, dass meistens im Blute der Entzündung, des acuten Rheumatismus und der Schwangeren die rothen Körperchen vor der Gerinnung sich senken,

wodurch der obere Theil des aufgelösten Faserstoffs farblos gerinnen kann. Man könnte die Ursache in einer geringern specifischen Schwere der Blutflüssigkeit im Verhältnisse zu den rothen Körperchen jener Blutarten suchen, jedoch ist, soviel man weiss, Serum von entzündlichem Blute nicht specifisch leichter, als Serum von gewöhnlichem Blute. Da entzündliches Blut, wie man allgemein annimmt, in der Regel langsamer gerinnt als gesundes Blut, so können die rothen Körperchen des entzündlichen Blutes noch vor der Gerinnung Zeit haben, sich unter das Niveau zu senken. Diess war schon Hewson's Ansicht von der Entstehung der crusta inflammatoria. Um diese Ansicht zu prüfen, habe ich eine Reihe von Beobachtungen mit verschiedenen Blutarten, und zwar zuerst mit geschlagenem Blute angestellt. Ich wollte zunächst wissen, in wie viel Zeit die Blutkörperchen im geschlagenen Blute sich zu senken anfangen. Ich habe schon bemerkt, dass diess in geschlagenem Schaf- und Ochsenblut überaus langsam geschieht; viel schneller senken sich die Blutkörperchen im geschlagenen Katzenblute und geschlagenen gesunden Menschenblute; sie sinken z. B. hier innerhalb einer Viertelstunde eine Linie, und innerhalb mehrerer Stunden 4 bis 6 Linien unter das Niveau. Allein dieses Factum ist doch nicht hinreichend, die crusta inflammatoria zu erklären, wenn auch das entzündliche Blut langsamer gerinnt, denn so langsam gerinnt es nicht, und gleichwohl hat die crusta inflammatoria zuweilen eine Höhe von $\frac{1}{2}$ Zoll. Nun habe ich ferner beobachtet, dass sich die Blutkörperchen in Menschenblut und Katzenblut (nicht in Ochsen- und Schafblut), dessen Gerinnung man durch Zusatz von etwas unterkohlensaurem Kali verlangsamt, schneller unter das Niveau senken als in geschlagenem Blute, woraus der Faserstoff entfernt ist. In allen Fällen bewährte es sich, dass die Blutkörperchen von gesundem Menschenblute, dessen Gerinnung ich aufgehalten hatte, schon in 5 bis 6 Minuten um 1 bis $1\frac{1}{2}$ Linien unter das Niveau gesunken waren, und dass sie innerhalb einer Stunde 4 bis 5 Linien unter dem Niveau standen. Das darüber stehende Fluidum wurde allmählig weisslich, und wenn nicht zu viel kohlensaures Kali zugesetzt war, so gerann es in einen weichen, fadenziehenden Faserstoff, der in einem Falle, selbst bei nicht entzündlichem Blut, ziemlich fest wurde und eine Art Kruste bildete. Von Katzenblut erhielt ich dieselben Resultate. Indem ich also die Gerinnung verlangsamte, besass ich das Mittel, den Vorgang bei der crusta inflammatoria künstlich zu erzeugen. Der Unterschied liegt nur darin, dass der Faserstoff des farblosen Gerinnsels mehr weich und fadenziehend ist, was vielleicht von dem Einflusse des kohlensauren Kali herrührt. In wahrhaft entzündlichem Blute ist die Kruste schon darum fest, weil, wie Scudamore gezeigt hat, das entzündliche Blut mehr Faserstoff enthält.

Fragt man, warum die Blutkörperchen im frischen, gesunden Blute bald sich zu senken anfangen, während sie im geschlagenen Blute, selbst wenn es entzündlich war, sich ungemein langsam senken, so scheint die Antwort schwer. Da geschlagenes Blut specifisch leichter ist, als das Blut sonst ist, so muss das

Phänomen eine andere Ursache als in der specifischen Schwere haben. Vielleicht ist die Adhäsion der Blutkörperchen zur Flüssigkeit des Blutes, worin noch Faserstoff aufgelöst ist, geringer als zum Serum des geschlagenen Blutes, woraus der Faserstoff entfernt ist.

John Davy hat indess darauf aufmerksam gemacht, dass entzündliches Blut nicht immer langsamer gerinnt. In diesen Fällen können sich vielleicht die Blutkörperchen schon darum schneller senken, weil entzündliches Blut mehr aufgelösten Faserstoff enthält, da die Auflösung des Faserstoffs im Blute überhaupt das Blut geneigt macht, die Blutkörperchen schneller sinken zu lassen als es in Blut geschieht, woraus der Faserstoff entfernt ist. Hiernach sind die Hauptursachen des Senkens der Blutkörperchen und der crusta inflammatoria sowohl die langsamere Gerinnung, als die grössere Quantität des aufgelösten Faserstoffs. Wenn zuweilen auch andere Blutarten eine lockere Kruste absetzen, unter Umständen, wo man mehr eine anfangende Zersetzung des Blutes vermuthen sollte, als eine grössere Quantität von Fibrin, so kann diess hinreichend aus der langsameren Gerinnung eines solchen Blutes erklärt werden, da auch gesundes Blut, wie ich gezeigt habe, ziemlich schnell die Blutkörperchen sinken lässt, und später ein oberes farbloses Gerinnsel bildet, sobald man nur die Gerinnung verlangsamt.*)

2) *Vom Blutwasser.*

Die Blutflüssigkeit, *liquor sanguinis,* welche den Faserstoff aufgelöst enthält, zersetzt sich beim Gerinnen in einen flüssig bleibenden Theil und Faserstoff, welcher beim Gerinnen die Blutkörperchen zwischen sich nimmt und den Blutkuchen bildet. Das neue übrig bleibende Flüssige wird Blutwasser oder Serum genannt, welches also wohl von der ursprünglichen Blutflüssigkeit zu unterscheiden ist. Das Serum ist gelblich, von salzigem Geschmack und 1,027 bis 1,029 specifischem Gewicht; es reagirt bei höheren Thieren deutlich alkalisch und gesteht beim Erhitzen bis 70° — 75° C. durch Gerinnung des darin aufgelösten Eiweisses (*albumen*) zu einer Gallerte, im luftleeren Raum, wie in der atmosphärischen Luft, dagegen der Faserstoff vom Blut ausser den Adern ohne alle äusseren Einflüsse von selbst gerinnt. Der wesentlichste Bestandtheil des Blutwassers ist Eiweiss. Ausserdem enthält das Serum freies Alkali (Natron, auch Kali nach Berzelius), wahrscheinlich mit Eiweiss verbunden, und Salze von

*) Retzius beobachtete einmal eine von der gewöhnlichen Formation der crusta inflammatoria verschiedene Bildung derselben. Schnell nach dem Aderlass coagulirte das Blut in einen Klumpen. In 2 Stunden war noch kein Serum ausgeschieden, aber nach dieser Zeit erschien es in Menge und bedeckte den schwarzen Kuchen. Das Serum wurde opalisirend und nach 4 Stunden hatte es eine dicke Lage Faserstoff abgesetzt. Ein Theil des Faserstoffs war hier bei der ersten Gerinnung in festen Zustand übergegangen, der übrige noch im Serum aufgelöst und der ganze Process von der langsamen Gerinnung des Faserstoffs abhängig. Vergl. über Crusta inflammatoria H. Nasse das Blut. Bonn. 1836.

diesen Basen. Prevost und Dumas haben die relative Quantität der festen Bestandtheile im Blutwasser zu den übrigen bei vielen Thieren bestimmt.

	100 Theile Blut.			100 Theile Blutwasser.	
	Blutkuchen.	Eiweiss.	Wasser.	Eiweiss	Wasser.
Mensch	12,92	8,69	78,39	10,0	90,0
Simia Callitriche	14,61	7,79	77,60	9,2	90,8
Hund	12,38	6,55	81,07	7,4	92,6
Katze	12,04	8,43	79,53	9,6	90,4
Pferd	9,20	8,97	81,83	9,9	90,1
Kalb	9,12	8,28	82,6	9,9	90,1
Schaaf	9,35	7,72	82,93	8,5	91,5
Ziege	10,20	8,34	81,46	9,3	90,7
Kaninchen	9,38	6,83	83,79	10,9	89,1
Meerschweinchen	12,80	8,72	78,48	10,0	90,0
Rabe	14,66	5,64	79,70	6,6	93,4
Reiher	13,26	5,92	80,82	6,8	93,2
Ente	15,01	8,47	76,52	9,9	90,1
Huhn	15,71	6,30	77,99	7,5	92,5
Taube	15,57	4,69	79,74	5,5	94,5
Forelle	6,38	7,25	86,37	7,7	92,3
Aalraupe	4,81	6,57	88,62	6,9	93,1
Aal	6,00	9,40	84 60	10,0	90,0
Landschildkröte	15,06	8,06	76,88	9,6	90,4
Frosch	6,90	4,64	88,46	5,0	95,0

Hieraus geht hervor, dass beim Menschen im Blutwasser ungefähr $\frac{1}{10}$ anderweitige Bestandtheile und besonders Eiweiss aufgelöst sind, und dass sich diess Verhältniss so ziemlich bei den Thieren bis zu den Fischen erhält, während nur die relative Menge des Blutkuchens (Kügelchen und Faserstoff zusammen) im Blute bei den *nackten* Amphibien und Fischen abnimmt. Beim Menschen verhalten sich die festen Theile des Blutkuchens zu den im Blutwasser aufgelösten Theilen wie 12,92: 8,69 oder ungefähr wie 3: 2. Das Blut der fleischfressenden Thiere liefert mehr Blutkuchen als das der pflanzenfressenden. Nach J. Davy liefert das Blut vom Lamm weniger und weicheres Coagulum als das vom erwachsenen Schaaf, wie denn auch sowohl Fourcroy als ich das Coagulum beim Foetus weicher fanden. Nach Berthold (*Beiträge zur Anat., Zool, u. Physiol. Gött.* 1831) scheint die Menge des Faserstoffs bei den kaltblütigen Thieren nicht geringer, wohl aber die des Cruors.

Lecanu hat das Blut bei den verschiedenen Geschlechtern, Altern, Temperamenten untersucht. Diese Arbeit macht in diesem Theile der physiologischen Chemie eine neue Epoche, er scheint mit Genauigkeit eine ausserordentliche Anzahl von Beobachtungen gemacht und verglichen zu haben. *a. a. O. p.* 94 — 107. Lecanu fand die Quantität des Wassers in 1000 Blut variiren

von 778,625 — 853,135. Mittel 815,880. Beim Weib ist die Variation 790,394 — 853,135. Beim Mann ist die Variation 778,625 — 805,263. Hiernach enthält das Blut des Weibes mehr Wasser, was auch Denis fand in 24 Beobachtungen vom Mann und 28 vom Weibe. Nach ihm variirt die Menge des Wassers beim Mann von 805,00 — 732, beim Weibe von 848, 00 — 750,00, die beiden Mittel verhalten sich wie 767 : 787. Die Quantität des Wassers ist nach Lecanu in keinem bestimmten Verhältniss zu den Lebensaltern, dagegen Denis mehr Wasser bei Kindern und Greisen fand. In Hinsicht der Temperamente fand Lecanu, dass das Blut der Sanguinischen weniger Wasser enthält als das Blut der Phlegmatischen; bei sanguinischen Weibern variirte die Menge des Wassers in 4 Beobachtungen von 790,394 — 796,175, bei phlegmatischen Weibern in 5 Beobachtungen von 790,840 — 827,130. Mittel beim sanguinischen Temperament der Weiber 793,007, beim phlegmatischen Temperament der Weiber 803,710. Aus ähnlichen Beobachtungen an Männern ergab sich das Mittel für das sanguinische Temperament der Männer 786,584, für das phlegmatische Temperament der Männer 800,566. Die Differenz in plus von Wasser beim phlegmatischen Temperament im ersten Fall 10,703, im zweiten 13,982.

Die Menge des Eiweisses variirt im Allgemeinen von 57,890 bis 78,270; indess ist die Quantität des Albumen bei Männern und Weibern fast gleich, auch zeigt sich kein bestimmter Unterschied in den Altern von 20—60 Jahren, eben so wenig zeigt sich ein auffallender Unterschied in den Temperamenten.

Die Menge des Blutkuchens (Faserstoff und Cruor) variirt im Allgemeinen von 68,349 — 148,450, Mittel 108,399. Dieselbe variirt bei Männern von 115,850 — 148,450, bei Weibern von 68,349 — 129,990. Das Blut der Männer enthält also nach Lecanu ungefähr 32,980 mehr Bestandtheile des Blutkuchens, als das der Weiber. Dagegen scheint die Quantität des Blutkuchens nicht proportionell mit dem Alter zuzunehmen, wenigstens nicht vom 20.—26. Jahre. Aber die Quantität des Coagulums ist grösser beim sanguinischen Temperament als beim phlegmatischen, was auch Denis fand. Das Verhältniss des Coagulums variirte in 4 Beobachtungen bei Weibern von sanguinischem Temperament in 1000 Theilen Blut von 121,720 bis 129,654, beim phlegmatischen Temperament in 5 Beobachtungen von 92,670 — 129,990, Mittel beim sanguinischen Temperament der Weiber 126,174, beim phlegmatischen Temperament der Weiber 117,300. Differenz 8,874. Bei den Männern variirte das Verhältniss des Coagulums in 1000 Theilen Blut beim sanguinischen Temperament in 5 Beobachtungen von 121,540 — 148,450, beim phlegmatischen Temperament ergaben 2 Beobachtungen 115,850 und 117, 484. In der Menstruation scheint nach Lecanu das Blut des Weibes an Coagulum zu verlieren.

II. Capitel. Chemische Analyse des Blutes.

(Nach Berzelius *Thierchemie* u. A.)

Von den Kernen der Blutkörperchen hat man noch keine vollständige Analyse, weil sie nicht in grösserer Menge zu erhalten sind. Man kann sie von Froschblut wegen der Grösse der Blutkörperchen leicht gesondert erhalten. Die Methode zu ihrer Gewinnung habe ich schon angegeben. Man versetzt ein Gemenge von Blutkörperchen und Blutwasser, woraus der Faserstoff entfernt ist, in einem Uhrglase mit Wasser, das allmählig den Farbestoff auflöst, worauf der weisse Satz von Kernen der Blutkörperchen zurück bleibt. Diese sind in Wasser unauflöslich, verändern sich mit Essigsäure übergossen in mehreren Tagen nicht, sind löslich in alkalinischem Wasser sowohl von Kali und Natron als Ammonium. Hierdurch stimmen sie im Allgemeinen mit dem geronnenen Faserstoff und Eiweiss überein, die jedoch löslicher in Essigsäure zu seyn scheinen. Die chemischen Eigenschaften der Schale der Blutkörperchen sind auch nur wenig bekannt. Diese Schale ist mit dem in Wasser leicht und in allen Verhältnissen löslichen Färbestoff durchdrungen. Durch Behandlung der Blutkörperchen des Frosches mit Wasser kann man den Farbestoff bald aus ihnen ausziehen. Die Schale ist dann unförmlich geworden, hat ihre Farbe verloren und wird erst später vom Wasser angegriffen, nämlich innerhalb einiger Tage. Dann ist die Schale der Blutkörperchen ganz zerstört und die Kerne sind übrig; als Rest der zerstörten Schalen zeigt sich ein schleimiges äusserst feinkörniges Wesen auf dem Boden des Uhrglases, auf welchem die Kerne liegen. Die Essigsäure löst die Schale der Blutkörperchen nicht ganz vollkommen auf, indem um die Kerne ein Rand bleibt, der offenbar Rest der Schale ist. Vergl. das früher Bemerkte über das Verhalten der Essigsäure zur Schale der Blutkörperchen. Zu einer vollständigen chemischen Untersuchung sind der Farbestoff der Blutkörperchen, der im Blut aufgelöste Faserstoff und die Bestandtheile des Blutwassers nach Abscheidung des Faserstoffs fähig.

I. Farbestoff, Blutroth, Haematin, Cruorin. Berzelius untersucht das Blutroth in 3 Zuständen: an den Blutkörperchen, oder im Blutwasser aufgeschlemmt, 2. im Wasser aufgelöst, 3. im geronnenen, für Wasser unlöslichen Zustande. Das Blutroth der Blutkörperchen besitzt die Eigenschaft, bei Berührung von atmosphärischer Luft oder von Sauerstoffgas letzteres anzuziehen und sich heller roth zu färben. Hierbei wird Kohlensäure gebildet und ausgeschieden, was Berthollet, Christison (Froriep's *Not.* 644.) und ich selbst fanden (p. 315.). Ein mit Blutkörperchen gemengtes Blutwasser wird durch Hindurchstreichen von Sauerstoffgas durch und durch hellroth, bei der Berührung der atmosphärischen Luft, wie das Blut selbst, an der Oberfläche hellroth. In längerer Berührung mit Sauerstoffgas schwärzt sich das Blutroth (vielleicht von der Bindung von Kohlensäure) und kann

dann nicht wieder hergestellt werden. Kohlensäure, schweflichte Säure und überhaupt Säuren machen das Blut und Blutroth schwarzbraun. Stickstoffoxydulgas wird in Menge von geschlagenem Blut aufgesogen und das Blut davon purpurroth, worauf atmosphärische Luft durch das Blut durchgetrieben, die natürliche Farbe wieder herstellt. Kohlenwasserstoffgas soll dem dunkeln Blute eine hellere rothe Farbe mittheilen. Berzelius *Thierchemie* 48. Mehrere Salze wie Chlornatrium, salpetersaures Kali, schwefelsaures Natron, geben dem dunkelrothen Blute eine hellrothe Farbe. Schroeder v. d. Kolk beobachtete, dass der elektrische Funke hellrothe Flecke auf venösem Blute bildete. Man erhält den Farbestoff des Bluts aufgelöst, indem man Blutkuchen in Wasser auswäscht, wodurch sich der Farbestoff in Wasser auflöst, wobei sich aber nicht verhüten lässt, dass die vom Coagulum mit eingeschlossenen Kerne der Blutkörperchen zum Theil sich mit ablösen, in die ausgewaschene Flüssigkeit gerathen und in die Analyse des Blutroths mit eingehen. Das Blutroth löst sich in Wasser in allen Verhältnissen auf.

Die Auflösung des Blutroths in Wasser röthet sich schwächer an der Luft als das Blut selbst. Beim Abdampfen bei einer Wärme bis zu 50° Cent. wird sie zu einer schwärzlichen Masse, die sich zu dunkelrothem Pulver reiben und dann wieder in Wasser auflösen lässt, bei 70° C. coagulirt der Farbestoff in der wässrigen Lösung und ist dann unlöslich. Dasselbe geschieht von Alkohol, von Mineral-Säuren, auch wenn zur Behandlung mit Essig-Säure Alkali, oder zur Behandlung mit Alkali Säure hinzugesetzt wird. Die Niederschläge, die von Erd- und Metalloxyd-Salzen bewirkt werden, sind theils braun, theils schwarz, theils roth. Berzelius *a. a. O. p.* 50. 51.

Im dritten Zustande, als Coagulum durch Erhitzen bis 70°, ist der Farbestoff roth und körnig, in der Wärme getrocknet wird er schwarz. Kochendes Wasser verändert den Farbestoff zuletzt, so wie den Faserstoff. Auch bilden die Säuren mit coagulirtem Blutroth so wie mit Faserstoff neutrale, in reinem Wasser lösliche Verbindungen, die vom Blutroth dunkelbraun sind. Alkalien lösen das Blutroth auf, Gerbestoff schlägt es aus seinen Auflösungen in Säuren und Alkalien nieder. Tiedemann und Gmelin haben entdeckt, dass der Faserstoff allmählig von Alcohol aufgelöst und letzterer dadurch dunkelroth wird. Berz. *a. a. O. p.* 50—56. Durch Ausziehung aus geronnenem Blutroth mit Alkohol lässt sich das Blutroth vom Eiweiss trennen, welches von Alkohol nicht aufgelöst wird. Lecanu betrachtete deswegen die Substanz der Schale der Blutkörperchen, die er Haematosin nennt, als eine Verbindung von eigentlichem Blutroth, das er Globulin nennt, und Eiweiss. Hierzu ist aber kein Grund vorhanden, da das hierbei erhaltene Eiweiss vom Serum oder gar von den mit ausgewaschenen Kernen der Blutkörperchen herrühren kann. Lecanu in Poggendorf's *Annal.* 1832. 4. 550. Nach Michaelis Analyse des Farbestoffs ist dessen elementare Zusammensetzung in

	arteriellem	venösem Blut.
Stickstoff .	17,253	17,392
Kohlenstoff .	51,382	53,231
Wasserstoff .	8,354	7,711
Sauerstoff .	23,011	21,666.

Hiernach stimmt die elementare Zusammensetzung des Blutrothes mit der des Faserstoffs, nur dass Blutroth eine grössere Menge von Asche hinterlässt, und diese viel Eisen enthält. Denn dass, wie Brande und Vauquelin glaubten, der Gehalt von Eisen im Blutroth nicht grösser wie im Serum und anderen thierischen Theilen ist, haben Berzelius und Engelhart widerlegt. Oehlenschlaeger hat auch Eisen im Blute von Hunden gefunden, die noch nicht an der Mutter gesogen. Kastner's *Archiv*. 1831. *Sept. Oct. p.* 317. Das Eisen ist also kein zufälliges Ingestum aus den Nahrungsstoffen. Die Asche vom Blutroth ist immer alkalisch und rothbraun, und beträgt nach Berzelius $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{3}$ Procent vom Gewicht des getrockneten Farbestoffs, sowohl vom Menschen- als Ochsenblut, nach Michaelis 2,2 Proc. im Farbestoff von Kalbsblut. Berzelius erhielt aus 1,3 Theilen Asche von 100 Theilen getrockneten Farbestoffs

kohlensaures Natron mit Spuren von phosphors. Natron	0,3
phosphorsauren Kalk	0,1
reine Kalkerde	0,2
basisch phosphorsaures Eisenoxyd	0,1
Eisenoxyd	0,5
Kohlensäure und Verlust	0,1

In einem andern Versuch erhielt Berzelius aus 400 Gran des getrockneten Blutroths 5 Gr. Asche. Diese war zusammengesetzt aus Eisenoxyd 50,0 basisch phosphors. Eisen 7,5, phosphors. Kalk mit einer geringen Menge phosphors. Talks 6,0, reinem Kalk 20,0, Kohlensäure und Verlust 16,5. Das allgemeine Resultat von Berzelius Versuchen ist, dass das Blutroth eine Quantität Eisen enthält, die etwas mehr als $\frac{1}{2}$ Procent seines Gewichts metallischem Eisen entspricht. Das Mangan ist im Blute noch nicht von Mehreren gefunden worden. Wurzer (Schweigg. *J.* 58. *p.* 481.) fand in 2 Grammen Blutkohle 0,108 Eisenoxyd und 0,034 Manganoxyd.

Das getrocknete und pulverisirte Blut reagirt nach Menghini durch seinen Eisengehalt gegen den Magnet, das eingeäscherte Blutroth nach Scudamore nicht, allein keines der gewöhnlichen für Eisenoxyd empfindlichsten Reagentien, wie Blutlaugensalz, Gerbestoff, Galläpfelsäure und die stärksten Mineralsäuren, bringen die geringste Reaction an unverbranntem Blutroth auf Eisen oder phosphorsauren Kalk hervor, und es scheint daraus hervorzugehen, dass Eisen und Calcium nicht im Zustand eines Salzes im Blute enthalten sind. Die Angabe von Fourcroy, dass das Blutroth eine Auflösung von basisch phosphorsaurem Eisenoxyd in Eiweiss sey und dass der auch eisenhaltige, aber weisse Chylus das Eisen als neutrales phosphorsaures Eisenoxydul enthalte, ist durch Berzelius Versuche widerlegt. Denn das basisch phosphorsaure Eisenoxyd ist im Blutwasser und Eiweiss mit oder ohne

Zusatz von Alkali unlöslich. Auch die Behauptung von Prevost und Dumas, dass das Blutroth Eiweiss sey, welches Eisenoxyd aufgelöst enthalte, schien nicht richtig, weil sonst Mineralsäuren und Königswasser das Eisen aus unverbranntem Blutroth ausziehen würden. Berz. *Thierchemie. p.* 58.

Engelhart (*de vera materiae sanguini purpureum colorem impertientis natura. Götting.* 1825.) hat schöne Entdeckungen über den Antheil des Eisens an dem Blutroth gemacht. Er zeigte zuerst, dass eine Auflösung von Blutroth in Wasser, die man mit Schwefelwasserstoff imprägnirt, nach einiger Zeit die Farbe verliert, zuerst violett, dann grün wird. Diese Reaction des Schwefelwasserstoffs ganz wie auf Eisen scheint zu beweisen, dass das Eisen im Blutroth zu seiner Farbe beitrage. Dann entdeckte Engelhart, dass sich der wässrigen Auflösung von Blutroth oder dem mit Wasser angerührten koagulirten Blutroth und anderen thierischen Substanzen alles Eisen, Calcium, Magnium, Phosphor entziehen lasse, wenn man Chlorgas durch die Flüssigkeit leitet, oder diese mit Chlorwasser versetzt. Die Auflösung von Blutroth wird zuerst grünlich, und zuletzt ganz entfärbt; die thierische Materie schlägt sich in weissen Flocken mit Salzsäure oder Chlor verbunden nieder, während Eisen, Calcium, Magnium, Phosphor oxydirt oder mit Chlor verbunden, Eisen z. B. als Eisenchlorid, Phosphor als Phosphorsäure, in der Auflösung bleiben und durch Filtration abgeschieden werden können; wogegen die thierische Materie bei der Verbrennung keine Asche mehr giebt. Nun hat aber Chlor keine Verwandtschaft zu Oxyden, wohl aber eine sehr grosse zu regulinischen Metallen, ferner wird Eisen nicht von Salzsäure und anderen Mineralsäuren aus dem Blut ausgezogen, da diese doch eine grosse Verwandtschaft zu Metalloxyden, aber keine zu regulinischen Metallen haben. Hiernach hielt es Berzelius für wahrscheinlicher, dass das Eisen im Blute im regulinischen Zustande und nicht als Oxyd enthalten sey, obgleich man keine Analogie für die Annahme einer Verbindung von Metall mit Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff hat.

Zu der Ansicht, dass das Eisen im Blut als Oxyd enthalten sey, hat Heinr. Rose (Poggend. *Ann.* 7. 81.) neue Stützen geliefert. Rose wiederholte Engelhart's Beobachtung. Wenn er die Flüssigkeit nach der Veränderung durch Chlor und nach der Präcipitation der thierischen Materie filtrirte; so konnte das Eisen aus der Flüssigkeit abgeschieden werden; wurde sie aber nicht filtrirt, sondern Ammoniak im Ueberschuss zugesetzt, so löste sich wieder Alles zusammen zu einer dunkelrothen Farbe auf, und es wurde kein Eisen abgeschieden. Rose vermischte dann eine Auflösung von Farbestoff mit einer gewissen Menge Eisenoxydsalz und setzte Ammoniak im Ueberschuss zu, worauf das Eisenoxyd in der Auflösung blieb und weder durch Schwefelwasserstoff noch Galläpfeltinctur niedergeschlagen werden konnte. Rose fand ferner, dass ein grosser Theil nicht flüchtiger organischer Stoffe, als Zucker, Stärke, Gummi, Milchzucker, Leim u. a., die Eigenschaft haben, dass bei Vermischung ihrer wässrigen Auflösung mit einer kleinen Menge eines Eisenoxydsal-

zes, das Eisenoxyd bei Zusatz eines Alkalis nicht, oder nur zum Theil niedergeschlagen wird. Diese Versuche führen wieder zu der Ansicht, dass im Blutroth Eisenoxyd in einer Verbindung mit dem Thierstoff sey.

Dennoch glaubt Berzelius, dass die Art Verbindung, welche bei Rose das Eisenoxyd im Farbestoff oder Eiweiss aufgelöst enthält, nicht die sey, durch welche der Farbestoff eisenhaltig ist, weil sie sonst durch Einwirkung von Säuren ihren Eisengehalt verlieren müsste, und weil eine Verbindung von Farbestoff oder Blutwasser und Eisenoxyd oder Eisenoxydul durch Zusatz von einer Mineralsäure zersetzt würde, indem Farbestoff oder Eiweiss gefällt wurden, und das Oxyd in der Säure aufgelöst blieb.

Berzelius glaubt daher, dass das Eisen im Blutroth im metallischen Zustande vorkomme, und mit Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, so wie mit kleinen Mengen von Phosphor, Calcium und Magnium *organisch* verbunden sey. und dass sich beim Einäschern des Blutroths dessen Bestandtheile oxydiren, und Phosphorsäure, Kalk, Talk und Eisenoxyd bilden. Für diese Ansicht scheint auch der Zustand des Eisens im Chylus zu sprechen; denn hier muss das Eisen sich in einem ganz andern Zustande und zwar als Oxyd vorfinden, indem es nach Emmert (Reil's *Archiv.* 8.) durch Salpetersäure ausgezogen wird, und dann mit Galläpfeltinctur einen schwarzen, mit blausaurem Kali einen blauen Niederschlag bildet. Indessen bekämpft Gmelin doch die Vorstellung von dem vorzugsweisen Antheil des Eisens an der Farbe des Blutroths, selbst angenommen, dass Eisen regulinisch mit Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff im Blutroth verbunden sey. Er sagt, die Entfärbung des Blutroths durch Chlor mit Entziehung von Eisen beweise nicht, dass diese Entziehung die Ursache der Entfärbung ist, denn es könnte auch das Chlor das Blutroth bloss durch Entziehung von Wasserstoff oder Uebertragung von Sauerstoff auf dessen Bestandtheile entfärben, und die dabei entstehende Salzsäure könnte dann das Eisenoxyd der alkalischen Flüssigkeit aufnehmen. Hierfür führt Gmelin an, dass, wenn man das mit Blutroth gemengte Blutwasser statt mit Chlor mit überschüssiger kalter Salz- oder Schwefelsäure versetzt und von dem zwar verdunkelten, aber keineswegs entfärbten Blutroth abfiltrirt, man in der Flüssigkeit durch schwefelblausaures Kali ebenfalls das Eisenoxyd entdecken kann, also sich Eisenoxyd ohne Zerstörung der Farbe entziehen lässt. Auch liefere der durch wiederholtes Auskochen mit Weingeist grösstentheils entfärbte Rückstand von geschlagenem Blute beim Einäschern noch eine merkliche Menge Eisenoxyd. Gmelin *Chemie* 4. 1169.

Eine eigenthümliche Ansicht über die Natur des Eisens im Blut hat Treviranus aufgestellt. Winterl erhielt, indem er Blut mit Kali verkohlte, eine im Alkohol lösliche Substanz, die nicht wie das blausaure Kali das Eisen aus seinen Verbindungen niederschlug, sondern roth färbte. Nach Treviranus soll diese Substanz, die Winterl Blutsäure nannte, auch im Speichel enthal-

ten seyn, und Speichel mit einer salpetersauren oder schwefelsauren Eisenauflösung blutroth werden (ich finde die Farbe nicht blutroth, sondern gelbroth). Nach Treviranus ist diese Substanz in Verbindung mit Eisen die Ursache der rothen Farbe des Blutes. Gmelin hat nun gefunden, dass diese Substanz im Speichel Schwefelblausäure ist (obgleich Kuehn wieder dieses bezweifelt). Siehe den Artikel vom Speichel.

Neulich hat Hermbstaedt aus der Beobachtung, dass aus faulendem Blut und aus Eiweiss Schwefelwasserstoff sich entwickelt, so wie aus mehreren Versuchen geschlossen, das Schwefel im Blut enthalten ist. Die Asche des Blutes enthält ein Alkali, dieses musste, schliesst Hermbstaedt, in der Blutkohle enthalten seyn. Wird aber Blutkohle mit Kali oder Natron geglüht, so werden Cyankalium oder Cyannatrium gebildet. Wird Cyankalium oder Cyannatrium mit Schwefel geglüht, so entsteht Schwefel-Cyan-Kalium oder Natrium, welche das Eisenoxyd blutroth färben. In der That werden Serum oder Eiweisslösung, oder Milch mit Schwefelblausäure versetzt nach Hinzufügung einiger Tropfen Eisenchlorid blutroth. *Schweigg. J.* 1832. 5. u. 6. *p.* 314. Diese Ansicht ist indess von aller Wahrscheinlichkeit entfernt.

II. Faserstoff, Fibrin.

Man hat den Faserstoff bisher nur im geronnenen Zustande untersucht. Nach der von mir angegebenen Methode lässt sich aber auch der noch frische aufgelöste Faserstoff des Froschblutes vor der Gerinnung untersuchen. Man bringt nämlich das Blut vom Frosche schnell mit etwas Wasser oder besser Zuckerwasser zugleich auf das Filtrum von weissem Filtrirpapier. Die durchgehende farblose Flüssigkeit enthält Faserstoff aufgelöst, der erst nachher gerinnt. Lässt man die durchs Filtrum gehende Flüssigkeit in ein Uhrglas, das mit Essigsäure gefüllt ist, träufeln, so gerinnt der Faserstoff in der Essigsäure nicht. Enthält das auffangende Uhrglas Kochsalzlösung, so gerinnt der Faserstoff des Froschblutes darin entweder gar nicht, oder nur zum sehr kleinen Theil, wie auch Kochsalzauflösung dem frischen Froschblute zugesetzt, die Gerinnung desselben ausserordentlich lange aufhält, was auch unterkohlensaures Kali dem frischen Froschblute in Auflösung zugesetzt verursacht, ohne die Gerinnung desselben ganz aufzuheben. Vom Blute des Menschen weiss man schon lange, dass einige Salze, schwefelsaures Natron, salpetersaures Kali, in einiger Menge dem frischen Blute zugesetzt, sein Gerinnen verhindern. Man kann sich hiernach einen Begriff machen, wie die kühlenden Salze bei dem entzündungswidrigen Verfahren auf das Blut wirken; sie wandeln den Faserstoff um, der in der Entzündung eine so grosse Neigung hat, sich anzuhäufen, und in den Gefässen des entzündeten Organes und nach Ausschwitzungen desselben auf der Oberfläche der Häute zu gerinnen.

Dass wässrige Lösung von kaustischem Kali oder Natron die Gerinnung des aus der Ader gelassenen Blutes vom Menschen zu einer zusammenhängenden Masse verhindert, wusste man schon lange; nach Prevost und Dumas gerinnt das gelassene Blut der

höheren Thiere nicht mehr, wenn man es mit $\frac{1}{1000}$ kaust. Natron versetzt. Lässt man die vom frischen Froschblute durchs Filtrum gehende Flüssigkeit in ein Uhrglas träufeln, worin sich Liquor kali caustici befindet, so gerinnt der Faserstoff nicht zu einem Klümpchen, sondern es entstehen allmählig ganz kleine Flocken, die man aber nur bemerkt, wenn man recht genau zusieht. Solche kleine Flocken entstehen noch deutlicher, wenn man die Flüssigkeit in ein Uhrglas, das mit Schwefeläther angefüllt ist, träufeln lässt, und im Maasse der Verdunstung des Aethers neuen Aether zusetzt. Von Liquor ammonii caustici setzt der aufgelöste Faserstoff des Froschblutes keine Kügelchen und Flocken ab.

Den frisch geronnenen Faserstoff gewinnt man zur chemischen Untersuchung durch Schlagen des Blutes, worauf der am Stabe sich anhängende Faserstoff ausgewaschen wird, oder durch Auswaschen des rothen Coagulums. In diesem Zustande ist der Faserstoff specifisch schwerer als Wasser, als Blutwasser und als das mit Blutkörperchen versetzte Blutwasser von geschlagenem Blute; in allen diesen sinkt der Faserstoff unter, wenn er von anklebenden Luftbläschen befreit ist. Die weitere Beschreibung ist nach Berzelius. Der geronnene und ausgewaschene Faserstoff ist weiss, durch Trocknen wird er gelblich, hart und spröde, nicht durchscheinend, und verliert $\frac{3}{4}$ vom Gewicht. Von Wasser weicht er wieder auf, ohne sich aufzulösen. Er besitzt weder besondern Geruch noch Geschmack. Bei dem Wärmegrade, wo er zersetzt wird, schmilzt er, bläht sich auf, entzündet sich und hinterlässt eine glänzende Kohle, wie andere Körper, welche Stickstoff enthalten. Die Kohle verbrennt zu einer grauweisen zusammengebackenen, halbgeschmolzenen Asche, die $\frac{2}{3}$ Procent vom Gewicht des trocknen Faserstoffes ausmacht. Diese Asche ist weder sauer, noch alkalisch, hinterlässt nach dem Auflösen in Salzsäure Spuren von Kieselerde, und besteht hauptsächlich aus phosphorsaurer Kalkerde, etwas phosphorsaurer Talkerde und einer sehr unbedeutenden Spur von Eisen. Vor dem Verbrennen lassen sich die Bestandtheile der Asche nicht durch Säuren ausziehen, und scheinen daher zu der chemischen Zusammensetzung des Faserstoffes gehört zu haben. Im geronnenen Zustande ist der Faserstoff sowohl in kaltem als im warmen Wasser unlöslich, aber bei lange fortgesetztem Kochen mit Wasser verändert sich seine Zusammensetzung, er schrumpft zusammen, erhärtet und zerfällt zuletzt bei dem geringsten Druck. Es entwickelt sich hierbei kein Gas, aber die Flüssigkeit wird unklar und enthält nun eine aus den Bestandtheilen des Faserstoffes neugebildete Substanz aufgelöst. Diese Auflösung hat keine Aehnlichkeit mit einer Leimauflösung. Berzelius *Thierchemie p.* 35. 36. Faserstoff, geronnenes Eiweiss, Käsestoff und Blutroth haben übrigens gemein, dass aus ihnen durch Kochen in Wasser kein Leim ausgezogen werden kann. Der Faserstoff mit einigen anderen Stoffen (nicht Eiweiss) hat auch das Eigenthümliche, durch blosse Berührung das Wasserstoffsuperoxyd zu zersetzen und mit Entwickelung von Oxygen Wasser zu bilden, ohne dass sich der Faser-

stoff verändert. Bei grösseren Mengen von Faserstoff entwickelt sich dabei Wärme. Zu Säuren und Alkalien verhält sich Faserstoff so, dass er bald die Rolle einer Basis, bald die einer Säure oder wenigstens eines elektronegativen Körpers spielen kann. Mit concentrirten Säuren quillt er auf, gelatinirt, wird durchsichtig und stellt einen sauren Körper dar, durch verdünnte Säuren schrumpft der Faserstoff zusammen zu einer neutralen Verbindung von Säure mit Faserstoff. Die saure Verbindung mit den Mineralsäuren ist im Wasser unauflöslich, die neutrale auflöslich, dagegen sind die saure und die neutrale Verbindung des Faserstoffes mit Essigsäure beide im Wasser auflöslich. Cyaneisenkalium bringt in der essigsauren Auflösung einen Niederschlag hervor, was für den Faserstoff charakteristisch ist, da diess bei Zellgewebe, Sehnengewebe, elastischem Gewebe der mittlern Arterienhaut nicht der Fall ist. Diese Verhältnisse zu den Säuren sind jedoch dem Eiweiss wie dem Faserstoff zugleich eigen. Nach Caventou und Bourdois lösen sich Faserstoff, Eiweissstoff, Käse und Schleim in kalter concentrirter Salzsäure auf, und nehmen bei + 18° bis 20° nach 24 Stunden eine schöne blaue Farbe an, was bei dem Leime und den Sehnen nicht der Fall ist. War der Faserstoff hierbei nicht völlig frei von Farbestoff, so wird die Flüssigkeit statt blau, purpurfarben oder violett. Faserstoff, Eiweissstoff und Käse stimmen auch darin überein, dass sie in ätzendem Kali und Natron zu einer Gallerte aufgelöst werden, ohne sich, wie der Hornstoff, in eine seifenartige Substanz zu verwandeln. Die Elemente des Faserstoffes sind nach den Analysen von Gay-Lussac und Thenard, und nach den von Michaelis in folgender Combination:

	G. und T.	Mich. arteriell	Mich. venös
Stickstoff	19,934	17,587	17,267
Kohlenstoff	53,360	51,374	50,440
Wasserstoff	7,021	7,254	8,228
Sauerstoff	19,685	23,785	24,065

Siehe Berzelius *Thierchemie* p. 34—47. E. H. Weber in Hildebrandt's *Anatomie I. p.* 83.

Der Faserstoff findet sich ausser dem Blute noch im Chylus und in der Lymphe im aufgelösten Zustande, im festen in den Muskeln, im Uterus. Die Fasern der Arterien enthalten dagegen keinen Faserstoff.

III. Blutwasser.

Wird das Blutwasser bis 75° und darüber erhitzt, so gerinnt es zu einer festen Masse, die grösstentheils aus Eiweiss besteht. Diese Masse lässt einzelne Tropfen einer braunen Flüssigkeit, *Serositas,* ausschwitzen, welche sich nach Gmelin (Chemie 4. 1381) mit Säuren trübt und beim Erkalten gallertartig gesteht; sie enthält nach demselben Chemiker ausser dem durch Alkali gelöst erhaltenen Eiweissstoff, auch Käsestoff, Speichelstoff, Osmazom und Salze des Natrons und Kali's. Der Käsestoff wurde von Gmelin und Geigert (Gmelin's Chemie 4. 1073) auch bei einem andern Versuch mit Ochsenblut beobachtet. Wurde näm-

lich das Serum des geschlagenen Ochsenblutes mit Weingeist ausgekocht und kochend filtrirt, so fiel beim Erkalten des rothen Filtrats Käsestoff in reichlichen Flocken nieder, durch anhängendes Blutroth geröthet und mit Gallenfett verunreinigt.

Lässt man Serum ganz vollkommen durch Wärme coaguliren, und behandelt die eingetrocknete Masse mit kochendem Wasser, das hierdurch Aufgelöste aber wiederholt mit Alkohol, so nimmt der Alkohol auf Chlor-Natrium, Chlor-Kalium, milchsaures Natron, Osmazom, und das nicht vom kochenden Wasser und Alkohol Aufgelöste ist erst das reine Eiweiss. Das Blutwasser enthält also an thierischen Theilen Speichelstoff, Käsestoff, Milchsäure, Osmazom und Eiweiss.

1) *Speichelstoff, Salivin.* Diese Materie, welche ihren Namen vom Speichel hat, hat eine grössere Verbreitung, und erscheint in verschiedenen anderen Absonderungen; sie findet sich auch in dem Wasser mehrerer Wassersuchten und in der durch Blasenpflaster erzeugten Blase. Sie ist im kalten und warmen Wasser, nicht in Weingeist löslich, wird weder von den Metallsalzen noch starken Säuren gefällt, auch nicht oder wenig von Galläpfelinfusion getrübt.

2) *Käsestoff, casein.* Kommt in grosser Menge in der Milch, in geringer Menge nach Gmelin im pankreatischen Saft und in der Galle vor. Er ist in kaltem und heissem Wasser löslich, in kaltem Weingeist wenig, in heissem Weingeist mehr löslich; er wird von salzsaurem Zinn, essigsaurem Blei, Chlorquecksilber, Galläpfelinfusion gefällt. Essigsäure und die Mineralsäuren fällen, grössere Mengen der Säure lösen ihn wieder auf. Alaun fällt und überflüssiger Alaun löst nicht wieder auf. Die saure Auflösung des Käsestoffs wird von Cyaneisenkalium niedergeschlagen wie die eiweissartigen Körper. Die Niederschläge des Käsestoffs von Säuren und Weingeist sind in Wasser wieder löslich; was den Käsestoff vom Eiweiss unterscheidet. Charakteristisch ist die Gerinnung des Käsestoffs vom Verdauungsprincip, Pepsin, welches im Laabmagen der Wiederkäuer und im Magen andrer Thiere enthalten ist. Dieser Niederschlag ist nicht in Wasser löslich.

3) *Milchsäure, Acidum galacticum.* Diese Säure besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, sie ist der Essigsäure verwandt, ist aber nach Berzelius bestimmt von ihr verschieden; sie bildet mit Basen Salze von eigenthümlicher Form, die nach Berzelius nicht durch Verunreinigung von Essigsäure mit einer thierischen Materie entstehen. Siehe das Nähere *Thierchemie p.* 580. Die reine Milchsäure, nach der von Berzelius neulichst beschriebenen Methode dargestellt, ist farblos, ohne Geruch und von einem beissend sauren Geschmack, der bei Zusatz von Wasser sehr rasch abnimmt. Milchsäure löst sich in Alkohol in allen Verhältnissen, in Aether nur in geringer Menge auf. Die Milchsäure findet sich ausser dem Blutwasser auch im Muskelfleische und in der Krystalllinse; ferner finden sich Milchsäure und milchsaure Salze in vielen Absonderungssäften, besonders in der Milch. Milchsäure und ihre Salze sind immer mit Osmazom verbun-

den, werden durch Weingeist gemeinschaftlich mit ihm ausgezogen, lassen sich aber durch Galläpfelaufguss von ihm scheiden, der das Osmazom niederschlägt. Berzelius *Thierchemie p.* 576 — 584. E. H. Weber's *Anatomie I. B. p.* 90.

4) *Osmazom, Fleischextract* von Thouvenel. Es ist in kaltem und heissem Wasser, in kaltem und heissem Weingeist auflöslich, zerfliesst an der feuchten Luft, schmilzt in der Wärme, und wird durch Galläpfelaufguss aus seinen Auflösungen niedergeschlagen. Das Osmazom kommt in grosser Menge im Muskelfleisch in geringerer, in den mehrsten organischen Theilen, nach Gmelin auch im Speichel, pankreatischen Safte und Magensafte vor. Berzelius hält das Osmazom nicht für eigenthümlich, sondern für eine Verbindung von einer thierischen Materie und milchsauren Salzen.

5) *Eiweiss, Albumen.* Das Eiweiss bleibt nach der Ausziehung der übrigen Materien aus dem getrockneten Coagulum des Serums zurück. Dieser Stoff findet sich ausserdem in der Lymphe, im Chylus, in dem Weissen und Gelben des Eies, in letzterem mit Oel gemengt, in dem Absonderungsprodukte der serösen Häute, in den Flüssigkeiten des Zellgewebes, im Humor aqueus des Auges, im Glaskörper desselben, im Gehirne und den Nerven mit phosphorhaltigem Fette, in dem Inhalt der Graaf'schen Bläschen des Eierstockes der Säugethiere und des Menschen. Hier ist zunächst vom Eiweiss des Blutwassers die Rede. Es giebt davon zwei Zustände.

a. Eiweiss im aufgelösten Zustande. Es scheint im Blutwasser mit Natron verbunden, was man Albuminat von Natron nennt. Berzelius glaubt nicht, dass das Eiweiss im Blutwasser durch das Natron aufgelöst erhalten werde; denn man kann das Natron durch Essigsäure sättigen, ohne dass ein Niederschlag erfolgt. Zu dieser Neutralisation sind nach Stromeyer auf $\frac{1}{2}$ Unze Blut 10 Tropfen destillirten Essigs nöthig. Wird Blutwasser oder Eiweissauflösung bei einer nicht bis $+60^0$ C. gehenden Temperatur abgedampft, so trocknet es, wird durchscheinend, und ist nachher wieder in Wasser auflöslich. Bei 70 — 75^0 C. gerinnt das Eiweiss und ist dann in Wasser unlöslich. Eiweiss mit sehr viel Wasser vermischt, wird durch Hitze nicht mehr fest, sondern gerinnt in Kügelchen zu einer milchartigen Flüssigkeit, die indessen beim Abdampfen vollkommen geronnenes Eiweiss darstellt. Das aufgelöste Eiweiss gerinnt durch die galvanische Säule, durch Weingeist, Mineralsäuren, von Metallsalzen (z. B. von Zinn, Blei, Wismuth, Silber und Quecksilber), von Chlor, von Galläpfelinfusion und Eiweiss des Blutwassers nach Dutrochet's und meinen Beobachtungen durch sehr concentrirte Auflösung vom fixen Alkali, wenn wenig Blutwasser mit viel Liquor kali caustici versetzt wird, dahingegen dieser nach meinen Beobachtungen nur das unverdünnte Eiweiss des Eies coagulirt. Liquor kali caustici schlägt nach meinen Beobachtungen auch das Eiweiss der Lymphe und des Chylus nieder. Die Essigsäure schlägt das Eiweiss nicht nieder, während Käsestoff und der Leim der Knorpel davon niedergeschlagen werden. Gmelin hat beobachtet und ich habe es bestätigt gesehen, dass das Eiweiss der Eier von weingeistfreiem

Aether gerinnt, während dieser aus Blutwasser nichts niederschlägt.

Meine Beobachtungen über den aufgelösten Zustand des Faserstoffes im frischen Blute haben mir Data zur Vergleichung des noch aufgelösten Faserstoffes vor dem Gerinnen mit dem aufgelösten Eiweiss geliefert. Die Essigsäure schlägt nichts aus Blutwasser, aber auch nichts aus der frischen Faserstofflösung nieder; denn lässt man von Froschblut die durchs Filtrum gehende Flüssigkeit in ein Uhrglas, das mit Essigsäure gefüllt ist, träufeln, so gerinnt der Faserstoff in der Essigsäure nicht. Die Neutralsalze schlagen nichts aus Serum nieder, und mehrere derselben, kohlensaures Kali und Natron, salpetersaures Kali, schwefelsaures Natron (beim Frosche auch Kochsalz) erhalten den frischen Faserstoff aufgelöst, oder verhindern dessen freiwillige Gerinnung. Liquor ammonii caustici schlagt nichts aus der frisch vom Froschblute abfiltrirten Faserstofflösung nieder, so wenig als aus aufgelöstem Eiweiss und Blutwasser. Liquor kali caustici schlägt das Eiweiss aus Blutwasser nieder, eben so wie in kleinen Flocken den Faserstoff der vom frischen Froschblute abgeseihten Faserstofflösung, wenn man z. B. diese Flüssigkeit in ein Uhrglas voll Liquor kali caustici träufeln lässt. Aether schlägt nichts aus Blutwasser nieder, aber wohl gerinnt der Faserstoff der vom Froschblute abgeseihten Faserstoffauflösung in Flocken, wenn man die Flüssigkeit in ein Uhrglas mit Aether träufeln lässt, und im Maasse der Verdunstung neuen Aether zusetzt. Künstlich bewirkte Gerinnung von Faserstoff durch Liquor kali caustici oder Aether unterscheidet sich von der freiwilligen Gerinnung desselben, dass letztere ein anfangs durchsichtiges, hernach sich trübendes und ganz fest zusammenhängendes Coagulum liefert, während die künstliche Gerinnung von Faserstoff diesen wie sonst oft das Eiweiss des Blutwassers in nicht fest zusammenhängenden Kügelchen absetzt. Die Hauptunterschiede des aufgelösten Faserstoffes von Eiweissauflösung im Blutwasser sind nun, dass ersterer sich selbst überlassen von selbst gerinnt, dass Eiweiss nur durch Hitze und Reagentien gerinnt, und dass Faserstoffflüssigkeit von Aether, nicht aber Eiweiss in Kügelchen gerinnt. Vom geronnenen Kasestoff lassen sich der geronnene Eiweisstoff und Faserstoff leicht unterscheiden, denn der von Säuren und Weingeist geronnene Käsestoff ist im Wasser wieder auflöslich. Eiweiss, Faserstoff und Käsestoff haben aber das mit einander gemein, dass ihre saure Auflösung von Cyaneisenkalium gefällt wird.

Vermischt man aufgelöstes Eiweiss mit Säuren oder Alkalien, so wird der Theil, der sich mit dem Reagens verbindet, in denselben Zustand wie geronnenes Eiweiss versetzt, selbst wenn diess Reagens kein Eiweiss niederschlägt, wie Essigsäure, Ammonium und verdünnte Kalilösung; die essigsaure Eiweissauflösung wird von Kali, die alkalische Auflösung von Säure niedergeschlagen, ganz wie bei dem Farbestoffe.

Wird Blutwasser mit kleinen Mengen von Metallsalzen vermischt und dazu etwas mehr kaust. Kali gesetzt, als zur Zersetzung des Metallsalzes nöthig ist, so wird das Oxyd nicht nieder-

geschlagen, sondern bleibt mit dem Eiweiss in löslicher Verbindung. Berzelius, der diess anführt, bemerkt, dass durch diesen Umstand Metallsalze, oder Oxyde vom Darmkanal oder von der Haut absorbirt und vom Blutwasser aufgelöst geführt, und durch die Excretionen ausgeleert werden; wie man denn nach dem Gebrauche von Quecksilber das Oxydul in den Flüssigkeiten des Körpers aufgelöst findet. Autenrieth und Zeller, Reil's *Archiv* 8. Schubarth, Horn's *Archiv* 1823. *Nov.* 417. Cantu, *Mem d. Tor.* 29. 1825. Buchner's *Toxicol.* 538. (Sollten nicht die äusserst innigen Verbindungen der Metalloxyde mit Eiweiss für die arzneiliche Darreichung passen?) Eiweiss oder Blutwasser mit concentrirten Auflösungen von Erd- oder Metallsalzen vermischt, gerinnt, und das Coagulum enthält die Bestandtheile des Salzes. Auch diese geronnenen Verbindungen der Salze mit Eiweiss verdienen eine grössere Berücksichtigung in der Arzneikunde. Unter den schon angeführten Metallsalzen zeichnen sich das essigsaure Blei, und noch mehr der Sublimat (Chlor-Quecksilber), als die empfindlichsten Reagentien für Eiweiss aus. Sublimat trübt noch eine Flüssigkeit, die nur $\frac{1}{2000}$ Eiweiss aufgelöst enthält. Durch seine grosse Neigung, mit diesem Salze Verbindung einzugehen, ist das Eiweiss das Gegengift desselben.

b. Eiweiss im geronnenen Zustande aus aggregirten Kügelchen. So verhält sich das Eiweiss chemisch ganz wie Faserstoff, und Berzelius kennt kein verschiedenes Verhalten gegen Reagentien, ausser dass das geronnene Eiweiss nicht das Wasserstoffsuperoxyd zersetzt. Auch die elementare Zusammensetzung ist wenig abweichend, wie sich aus den von Gay-Lussac, Thenard, Michaelis und Prout gegebenen Analysen ergiebt.

	Gay-L. u. Then.	Mich.		Prout.
		arteriell.	venös.	
Stickstoff	15,705	15,562	15,505	15,550
Kohlenstoff	52,883	53,009	52,650	49,750
Wasserstoff	7,540	6,993	7,359	8,775
Sauerstoff	23,872	24,436	24,484	26,925

Ueber das Verhältniss des Eiweisses zu den übrigen Bestandtheilen des Blutwassers giebt Berzelius Analyse Auskunft. 100 Theile Blutwasser von Menschenblut enthalten Wasser 90,59, Eiweiss 8,00; Osmazom, milchsaures Natron 0,4 mit Chlornatrium 0,6 durch Alkohol ausgezogen; verändertes Eiweiss, kohlensaures und phosphorsaures Alkali 0,41 in Wasser löslich. Lecanu hat bei der Analyse des Blutwassers auch schwefelsaures Alkali, kohlensaure und phosphorsaure Magnesia und phosphorsauren Kalk gefunden. Berzelius vermuthet, dass die drei Hauptbestandtheile des Blutes Faserstoff, Blutroth und Eiweiss, nur Modificationen eines und desselben thierischen Stoffes sind, wie z. B. das Blutroth seine Eigenthümlichkeit dem Eisengehalt verdanken könnte. Derselben Meinung ist Treviranus.

IV. Fette Materie im Blute.

Das Blut enthält selten etwas weniges freies Fett, das man dann auf der Oberfläche schillern sieht, allein das meiste der fetten Materie ist an Faserstoff, Farbestoff und Eiweiss gebunden.

Kocht man das mit Blutroth gemengte Blutwasser von geschlagenem Ochsenblute mit Weingeist, so enthalten die ersten Filtrate nach GMELIN Gallenfett, Talgfett, Oelfett, Talgsäure. GMELIN's *Chemie* 4. 1163. Von jenem Fette glaubte BERZELIUS früher, dass es durch die chemische Behandlung sich erst bilde. Dass aber Fett in dem Faserstoffe, in dem Eiweiss, in dem Blutrothe, aus denen man es auszieht, im gebundenen Zustande wirklich enthalten ist, ist deswegen sehr wahrscheinlich, weil der Chylus, woraus das Blut sich bildet, fette Materien im ungebundenen Zustande in Form von Emulsion enthält, die sich durch die Blutbildung wahrscheinlich mit der andern thierischen Materie enger verbinden. Vom Faserstoffe des Blutes hat CHEVREUL mit Aether eine fette Materie abgesondert, analog derjenigen, die man vom Gehirne erhält, und wie diese vorzüglich merkwürdig durch den Gehalt an Phosphor, den sie im gebundenen Zustande enthält. Jetzt ist BERZELIUS auch der Meinung, dass jenes Fett nur Educt, nicht Produkt der Analyse sey, besonders, da Faserstoff durch Ausziehen des Fettes mit Aether oder Alkohol chemisch nicht verändert wird, und sich nach der Ausscheidung der geringen Menge Fett durch fortgesetzte Behandlung kein Fett weiter ausziehen lässt. Das Fett vom Faserstoffe ist nach BERZELIUS in einem verseiften Zustande, denn die Auflösung desselben in kaltem Alkohol röthet Lakmuspapier, zum Beweis, dass wenigstens ein Theil davon in demselben sauren Zustande wie nach dem Verseifungsprocesse seyn müsse. BERZELIUS beschreibt von dem Fette des Faserstoffes zwei Modificationen, und schliesst mit der Bemerkung, dass es sehr den von CHEVREUL beschriebenen sauren Salzen von Talgsäure und Oelsäure mit Kali gleiche, bis auf die grössere Löslichkeit des erstern in Aether und Alkohol. Nach CHEVREUL beträgt das Fett im Faserstoffe 4—4,5 Procent. LECANU fand im Blute eine krystallisirbare fette Materie und eine ölige Materie. Von der erstern fand er 1,20—2,10, von der letztern 1,00—1,30 in 1000 Blutwasser. Nach BOUDET (*Essai critique et experimental sur le sang. Paris* 1833.) enthält das Blut auch Cholestrine, wie schon GMELIN fand.

Befindet sich eine grössere Menge freien ungebundenen Fettes im Blut, so ist das Serum durch die Fettkügelchen milchig, was man öfters bei jungen Thieren, seltner beim erwachsenen Menschen sieht.

Alle Fettarten zeichnen sich in ihrer Zusammensetzung durch die geringe Menge des Sauerstoffes und die überwiegende Menge des Kohlenstoffes aus. Merkwürdig ist, dass die frei im Körper vorkommenden Fettarten, Stearin und Elain, welche im frei vorkommenden Fette immer mit einander verbunden sind, gar keinen Stickstoff enthalten.

	Stearin	Elain
Sauerstoff	9,454	9,548
Wasserstoff	11,770	11,422
Kohlenstoff	78,776	79,030

Andere Fettarten sind, wie das Fett im Blute, an andere Thierstoffe gebunden, zum Theil beim Erkalten krystallisirbar

und stickstoffhaltig (im Blute und Gehirne auch phosphorhaltig), und lassen sich nicht verseifen. Diese Fettarten kommen ausser dem Blute im Gehirne und den Nerven, in der Leber und vielleicht noch in einigen anderen Theilen vor.

Sieht man ab von der durch Absonderungen gebildeten neuen organischen Materie, wie vom Gallenstoff, Käsestoff, Schleim etc., so sind die näheren Bestandtheile aller festen Theile des Körpers bereits im Blute enthalten, als Faserstoff, Eiweiss, Osmazom, Milchsäure, fettige Materie. Nur der in den Sehnenfasern, Knorpeln, Knochen, serösen Häuten, in der äussern Haut und im Zellgewebe überhaupt, besonders auch im Zellgewebe der Muskeln vorkommende *Leim, Gluten,* macht hiervon eine Ausnahme. Zwar haben Parmentier und Deyeux, und Saissy im Blute auch Leim oder Gallerte zu finden geglaubt. Allein diess war offenbar ein Irrthum. Leim wird aus den genannten Theilen durch kochendes Wasser dargestellt, er ist in Weingeist und kaltem Wasser wenig auflöslich, was ihn vom Osmazom unterscheidet, er ist in heissem Wasser auflöslich, er gelatinirt beim Erkalten noch in der 150fachen Menge Wasser, so dass in der Gallerte der Leim mit Wasser gebunden ist, und löst sich durch kochendes Wasser wieder auf, was ihn von Faserstoff und Eiweiss unterscheidet. Er ist in Säuren und Alkalien allmählig löslich, von Gerbestoff, Weingeist, Chlorquecksilber, schwefelsaurem Platinoxyd, Platinchlorid und Chlor wird er niedergeschlagen. Er wird dagegen nicht von Salzsäure, Essigsäure, essigsaurem Blei, Alaun, schwefelsaurer Thonerde, schwefelsaurem Eisenoxyd niedergeschlagen. Die saure Auflösung des Leims wird von Cyaneisenkalium nicht gefällt. Einige Naturforscher halten den Leim für ein Zersetzungsprodukt der thierischen Theile durch Kochen. Man hat dafür angeführt, dass nach Berthollet Fleisch, welches beim Kochen keinen Leim mehr gab, durch Faulen in gesperrter Luft mit Kohlensäureentwickelung die Fähigkeit erlangt, wieder Leim zu liefern. Vergl. Wienholt, Meck. *A.* 1. *p.* 206. Berz. *Thierch. p.* 661. Indessen scheint mir jene Ansicht nicht hinlänglich begründet, und Vieles spricht dagegen. Denn nur die obengenannten Gewebe liefern durch Kochen Leim, keine anderen; es muss also in ihnen schon eine eigenthümliche Materie vorhanden seyn. Neuere Untersuchungen von mir, (Poggend. Ann. XXXVIII) zeigen auch, dass diese Materie noch eigenthümliche Verschiedenheiten zeigt, je nach den Theilen, aus welchen sie gewonnen wird. Das sehnige Gewebe und die zu ihm gehörenden fälschlich sogenannten Faserknorpel (Zwischengelenkknorpel), die Knochen, die äussere Haut, das Zellgewebe, die serösen Häute, die tunica dartos liefern nämlich den gewöhnlichen Leim, *gluten, colla,* dessen Eigenschaften oben angegeben sind. Die Knorpel, sowohl die permanenten als die der Knochen vor der Ossification und der einzige wirkliche Faserknorpel, die Cornea, liefern dagegen beim Kochen eine Leimart, welche in allen Punkten mit dem gewöhnlichen Leim übereinkömmt, aber sich darin wesentlich unterscheidet, dass sie von Alaun, schwefelsaurer Thonerde, Essigsäure, essigsaurem Blei, schwefelsaurem Eisenoxyd gefällt wird, welche

den gewöhnlichen Leim nicht fällen. Man kann diese Materie Knorpelleim, Chondrin nennen. Vom Käsestoff unterscheidet sich diese Materie dadurch, dass ihr Niederschlag von Alaun durch überschüssigen Alaun aufgelöst, ihr Niederschlag von Essigsäure von überschüssiger Essigsäure nicht wieder aufgelöst wird, worin sich der Käsestoff umgekehrt verhält, dass sie beim Erkalten gelatinirt, und dass ihre saure Auflösung von Kaliumeisencyanid nicht niedergeschlagen wird.

III. Capitel. Analyse des Blutes durch die galvanische Säule.

(Nach eigenen Beobachtungen. Poggend. *Ann.* 1832. 8.)

Dutrochet hat ingeniöse Versuche über das Verhalten thierischer Substanzen gegen die galvanische Säule gemacht. (*Ann. d. sc. nat.* 1831. Froriep's *Not. N.* 715.) Er glaubte auch durch Galvanismus aus Eiweiss Muskelfasern zu bilden, und behauptete, dass die Blutkörperchen elektrische Plattenpaare seyen, wovon der Kern elektronegativ, die Schale elektropositiv sey.

Wird ein Tropfen von einer wässrigen Auflösung von Eidotter (worin sehr kleine mikroskopische Kügelchen suspendirt sind) galvanisirt, so bemerkt man bald die von Dutrochet zuerst beobachteten Wellen. Die vom Kupferpole oder negativen Pole ausgehende Welle, worin sich das Alkali der zersetzenden Salze anhäuft, ist durchsichtig wegen Auflösung des Eiweisses durch das Alkali. Die vom positiven oder Zinkpole ausgehende Welle, worin sich die Säure sammelt, ist undurchsichtig und weisslich, besonders im Umfange der Welle. Beide Wellen streben einander zu, und in der Berührungslinie entsteht plötzlich ein lineares Gerinnsel, welches ganz die Form der Berührungslinie, und zuweilen, wie der Rand der Wellen im Act der Berührung, gekräuselt ist. Die Berührung der beiden Wellen geschieht mit einer lebhaften Bewegung in der Berührungslinie, worauf die Absetzung des Gerinnsels folgt; sobald aber die Absetzung des Gerinnsels selbst geschehen ist, ist Alles ruhig, und an dem Gerinnsel ist niemals die geringste Spur von Bewegung zu bemerken. Es ist daher unbegreiflich, wie ein Beobachter ersten Ranges, wie Dutrochet, jenes Eiweissgerinnsel für eine durch Elektricität erzeugte contractile Muskelfaser ausgeben konnte. Es ist nichts als geronnenes Eiweiss. Dieses Gerinnsel hat überdiess, so wie das Eiweiss, welches sich beim Galvanisiren des Blutserums um den Zinkpol ansetzt, keine Consistenz, sondern besteht aus Kügelchen, die sich leicht auseinander wischen lassen, und nur in der Form der Berührungslinie der beiden Wellen ohne alle Cohäsion abgesetzt sind. Setzt man einen Tropfen Blutserum, gleichviel ob vom Frosch oder von einem Säugethiere, unvermischt mit Kügelchen, beiden Polen aus, so bemerkt man keine deutlichen Wellen. Aber es erfolgt am Zinkpole die Absetzung von Eiweisskügelchen, die hier von innen nach aussen zunehmen,

indem die zuerst um den Pol abgesetzten nach aussen gedrängt werden, und beständig neue Absetzung erfolgt. Nach den Ansichten, welche Dutrochet bei der Anwendung der galvanischen Säule auf Thiersubstanzen befolgt, müsste man das Eiweiss des Blutserums für einen elektronegativen Körper halten, weil es sich am Zinkpole oder positiven Pole absetzt. Allein diese Absetzung erfolgt durch das Gerinnen des Eiweisses von der am Zinkpole sich anhäufenden Säure der zersetzten Salze; am Kupferpole schlägt sich das Eiweiss nicht nieder, weil es dort von Alkali aufgelöst bleibt. Indessen wird doch bei einer sehr starken Säule auch am Kupferpol Eiweiss niedergeschlagen, wie Gmelin gezeigt hat, entweder durch die sich dann entwickelnde Wärme, oder, noch wahrscheinlicher, weil, wie Dutrochet und ich gefunden haben, concentrirte Auflösung von fixem Alkali auch Eiweiss niederschlägt. Offenbar hängt es vom Salzgehalte der Flüssigkeiten ab, dass Eidotterauflösung bei derselben Stärke der angewandten Säule kein Gerinnsel am Zinkpole absetzt, sondern nur eine undurchsichtige Welle bildet und bei der Berührung der Wellen beider Pole gerinnt, dass dagegen Blutserum am Zinkpole Eiweiss absetzt. Lassaigne brachte Eiweiss durch Weingeist zum Gerinnen, und wusch es so lange mit Weingeist aus, bis salpetersaures Silber zeigte, dass kein Kochsalz mehr darin sey. Von dem Geronnenen löst sich 0,007 im Wasser auf. Dieses wenige Aufgelöste gerinnt durch die Volta'sche Säule darum nicht, weil kein Kochsalz darin ist; denn es gerann, wenn Kochsalz zugesetzt wurde. *Ann. de chim. et de phys. T. XX. p.* 97. E. H. Weber *Anatomie, I. S.* 87.

Wenn ich meine Erfahrungen nach Dutrochet's Grundsätzen erklären wollte, so wäre das Eiweiss des Eidotters neutral, weil es erst bei der Berührung der beiden Wellen gerinnt, das Eiweiss des Blutserums dagegen elektronegativ, weil es am Zinkpole gerinnt. Man braucht aber nun nach meiner Erfahrung der Eidotterauflösung nur etwas Kochsalz zuzusetzen, so gerinnt sie am Zinkpol, und es bilden sich keine Wellen.

Setzt man einen flach ausgebreiteten Tropfen Blutes vom Frosch oder von einem Säugethiere der galvanischen Säule aus, so bilden sich um den Kupferpol die gewöhnlichen Gasbläschen, am Zinkpole gerinnt das Eiweiss als ein unzusammenhängender Brei von Körnchen, gerade so, wie wenn Blutserum eben so behandelt wird. Die Blutkörperchen häufen sich weder am positiven, noch am negativen Pole an; der Faserstoff gerinnt weder früher noch später als sonst, und weder am positiven, noch am negativen Pole, sondern im ganzen ausgebreiteten Tropfen zwischen beiden Polen und rund herum in einiger Entfernung der Pole. Unmittelbar um die Pole erleiden die Blutkörperchen eine Zersetzung wegen der dort sich anhäufenden Säuren und Alkalien. Der Faserstoff gerinnt im ganzen Tropfen, ohne alle Veränderung der Blutkörperchen; diese Gerinnung tritt auf gleiche Art ein, wenn man arterielles oder venöses Blut von Kaninchen statt Froschblut anwendet.

Nimmt man vom frischen Froschblute das sich bildende Coa-

gulum so lange heraus, bis sich nichts mehr bildet, so bleibt zuletzt ein Gemenge von Blutkörperchen und Serum übrig. Ein Tropfen von diesem rothen Satze flach ausgebreitet und dem galvanischen Apparate ausgesetzt, zeigt dieselben Phänomene wie frisches Blut, mit Ausnahme des Faserstoffes, welcher hier fehlt. Die Blutkörperchen häufen sich weder am positiven noch am negativen Pole an, sie bleiben im ganzen Tropfen an ihrer Stelle. Am Zinkpole entsteht der breiige Niederschlag von Eiweisskügelchen, wie beim Galvanisiren des Serums, nur dass er hier von Blutkörperchen röthlich gefärbt ist; am Kupferpole bildet sich der gewöhnliche Schaum und ein fadenziehendes, bräunliches Wesen von zersetzten Blutkörperchen.

Befreit man rothes Coagulum von Säugethierblut auf Fliesspapier vom Serum, so viel es möglich ist, so erhält man darauf durch Auswaschen des Kuchens eine möglichst reine Auflösung von Farbestoff, in welcher freilich immer etwas Eiweiss des Serums, welches im Coagulum eingeschlossen war, enthalten ist. Wurde ein Tropfen der möglichst starken Auflösung von Farbestoff der Volta'schen Säule ausgesetzt, so erhielt ich verschiedene Resultate, je nachdem ich mit den Kupferdrähten selbst die Kette schloss, oder dem sich stark oxydirenden Kupferdrahte des Zinkpoles ein Endstück von Platindraht ansetzte, um die Oxydation des Kupfers ausser Spiel zu lassen. Im ersten Falle erhielt ich Phänomene, welche von den von Dutrochet beschriebenen verschieden sind, im zweiten Falle erhielt ich die von Dutrochet beschriebenen Erscheinungen. Wandte ich blosse Kupferdrähte zum Schliessen der Kette an, so entstand ein rothes, breiiges Gerinnsel von Eiweiss und Blutroth um den Zinkpol. Dieses Gerinnsel nimmt immer mehr zu, indem der um den Pol entstandene rothe Ring von dem weiter erfolgenden Absatze weiter ausgedehnt wird. Die nachfolgenden Absätze sind aber weniger roth, meist weissgrau. Diese Gerinnung findet rund herum um den Draht statt, indess wächst das Coagulum in der Richtung vom Zinkpol gegen den Kupferpol hin etwas mehr, als sonst in der Peripherie des Zinkpoles. Diess ist eine Art Niederschlag, der die Form der Welle in den früheren Versuchen hat, aber aus einem consistenten Brei besteht. Am Kupferpole bemerkt man die gewöhnliche Gasentwicklung und zuweilen eine sehr undeutliche Welle, in welcher der Farbestoff eben so aufgelöst ist, wie in dem übrigen Tropfen; der Rand dieser Welle ist etwas röther. Dutrochet nennt diess eine rothe Welle, wozu gar kein Grund vorhanden ist. Es ist die um den Kupferpol gewöhnlich stattfindende alkalische Solution des Thierstoffes, die hier, wie das Uebrige des Tropfens, Farbestoff aufgelöst enthält, während am Zinkpol Eiweiss und Farbestoff gerinnen. Dutrochet beschreibt die Phänomene vom Galvanisiren der Farbestoffauflösung ganz anders, vergl. Froriep's *Not. N.* 715. Es zeigten sich bei ihm zwei Wellen; die saure am Zinkpole war durchsichtig, und trieb, indem sie wuchs, den rothen Farbestoff vor sich her, welcher sich um die saure Welle her, so wie ausserhalb derselben anhäufte; die alkalische Welle am Kupferpole wurde dagegen durch den rothen Far-

bestoff selbst eingenommen. Die beiden Wellen bildeten, indem sie sich verbanden, ein leichtes Coagulum, welches von dem Eiweiss des mitausgewaschenen Serums herrührt. Der rothe Farbestoff verband sich fast sämmtlich mit diesem Coagulum. Aus diesem Versuche, wo der rothe Farbestoff von dem positiven Pole zurückweichen und am negativen Pole sich anhäufen soll, schliesst Dutrochet, dass diese Substanz positiv elektrisch sey, ein Schluss, wozu dieser Versuch durchaus nicht berechtigt. Ich habe schon erwähnt, dass, wenn ich Kupferdrähte zum Schliessen der galvanischen Kette anwandte, der Faserstoff sogleich mit Eiweiss um den Zinkpol gerann, und dass das rothe Gerinnsel von neuem Gerinnen von Eiweiss nur weiter ausgedehnt wurde. Setzte ich dagegen an das sich beim Schliessen der Kette oxydirende Ende des Kupferdrahtes, zur Vermeidung dieses Einflusses, ein Stück sich nicht oxydirendes Metall, ein Stück Platindrath an, so erhielt ich fast ganz die von Dutrochet beschriebenen Phänomene. Es entstanden nun wirklich am Kupfer- und Zinkpole Wellen, welche gegen einander strebten. Sowohl die Welle des Kupferpoles, als die des Zinkpoles, hatte einen deutlichen rothen Rand; diess hat Dutrochet an der Welle des Kupferpoles übersehen, und diess ist sehr wichtig. Die Welle des Kupferpoles ist nicht röther als der Farbestoff ausser der Welle, nur ihr Rand ist röther; daher ist es unrichtig, wenn Dutrochet sagt, dass sich der Farbestoff am Kupferpole anhäufe; ich habe den Versuch ausserordentlich oft wiederholt, und nie diese Anhäufung gesehen. Der rothe Farbestoff entfernt sich sogar gewissermaassen in dem rothen Rande der Welle des Kupferpoles eben so vom Kupferpole, wie in dem rothen Rande der Welle des Zinkpoles vom Zinkpole. Wenn die Welle des Kupferpoles nicht röther als der Farbestoff im Tropfen ausser der Welle ist, so ist dagegen die Welle des Zinkpoles im Innern wirklich farbloser und weniger gefärbt, als der Farbestoff ausser der Welle, aber doch auch nicht ganz farblos. Der Rand der mehr durchsichtigen Welle des Zinkpoles ist röther, als der Rand der Welle des Kupferpoles, der jedoch ebenfalls durch seine stärkere Färbung auffällt; im Rande der Welle des Kupferpoles ist der Farbestoff concentrirt aufgelöst; im Rande der Welle des Zinkpoles besteht der Farbestoff aus sehr kleinen Kügelchen. Nach meiner Ansicht hat dieser Versuch grosse Aehnlichkeit im Erfolge mit dem, wenn man Eidotterauflösung der Einwirkung der Volta'schen Säule aussetzt. Wendet man bei der Farbestoffauflösung blosse Kupferdrähte zum Schliessen der Kette an, so gerinnt Farbestoff und Eiweiss am Zinkpole. Setzt man etwas Kochsalz zu Eidotterauflösung, so gerinnt das Eiweiss am Zinkpole. Vermischt man Farbestoffauflösung mit etwas Kochsalz, so verhält sie sich selbst am Platindrahte gleich der mit Kochsalz versetzten Eidotterauflösung, es entstehen keine Wellen, und es bildet sich ein weissliches Gerinnsel am Zinkpole. Nach allem diesem halte ich Dutrochet's Behauptung, dass der Farbestoff des Blutes elektropositiv sey, für unerwiesen.

Dutrochet, welcher die Kerne der Blutkörperchen für dasjenige hielt, was den Faserstoff des Blutkuchens ausmache, löste

von Farbestoff ausgewaschenes Coagulum oder farblose Fibrine in schwach alkalinischem Wasser auf. Eine solche Auflösung wurde der Volta'schen Säule ausgesetzt. Am negativen Pole entwickelte sich in Menge Wasserstoffgas, am positiven Sauerstoffgas; allein die beiden Wellen waren nicht vorhanden, der aufgelöste Faserstoff häufte sich nur am positiven Drahte oder Zinkpole an; woraus Dutrochet schliesst, dass die alkalinische Lösung von Fibrin sich wie ein Neutralsalz verhalte, dessen Alkali sich nach dem negativen, dessen Säure sich nach dem positiven Pole begiebt, und dass Fibrin negativ elektrisch sey. Nun weiss man aber, dass der Faserstoff sich zu den Alkalien und Säuren so verhält, dass er bald die Rolle einer Basis, bald die einer Säure spielen kann. Aus seinem Verhalten zu Säuren hätte man ganz das Gegentheil von Dutrochet's Behauptung schliessen können, indem er ja mit den Mineralsäuren neutrale Körper bilden kann. Indessen war es nöthig, Dutrochet's Versuche selbst zu wiederholen. Ich fand sie, wie sich bei einem so genauen Beobachter voraussehen liess, in den meisten Punkten bestätigt. Ich erhielt jedesmal, wenn ich eine Auflösung von Faserstoff des Blutes in schwach alkalinischem Wasser auf einer Glasplatte oder in einem Uhrglase der Volta'schen Säule aussetzte, einen geringen Absatz von weissem, breiigem Coagulum am Zinkpole. Da ich nun den Faserstoff, von geschlagenem Ochsenblute genommen, lange Zeit auf dem Filtrum ausgewaschen hatte, so konnte ich ziemlich sicher seyn, dass er rein von Serum und von den Salzen des Serums war, und es scheint also die alkalinische Faserstoffauflösung wirklich auf den ersten Blick sich in elektronegativen Faserstoff und elektropositives Alkali zu scheiden. Bei diesem Schlusse ist indessen von den mineralischen Bestandtheilen und Salzen, welche der ausgewaschene Faserstoff für sich als Bestandtheile enthält, abgesehen, deren Zersetzung durch die Säule auch eine Entwickelung von Säure am Zinkpole bedingen, und dadurch den Faserstoff durch Bildung eines neutralen Körpers gerinnen machen konnte. Indessen lassen sich gegen den Versuch selbst noch gegründetere Einwürfe machen. Der von Dutrochet beschriebene Erfolg findet nur statt, wenn man Kupferdrähte zum Schliessen der Kette braucht, nicht aber, wenn man, um die Oxydation des Endes vom Kupferdrahte des Zinkpoles auszuschliessen, dieses Ende mit einem Stück Platindraht versieht, wie ich bei jedem von mir wiederholten Versuche gefunden habe. Dutrochet scheint seine Versuche bloss mit Kupferdrähten gemacht zu haben. Befindet sich am Zinkpole Platindraht, so bleibt die Entwickelung von Gas dieselbe, am Zinkpole aber sieht man noch mehr Gas in Bläschen als vorher, weil es nun nicht mehr, wie vorher, den Kupferdraht sogleich oxydirt. Aber es bildet sich auch nicht die entfernteste Spur eines Gerinnsels am Zinkpole oder Platindraht. Hieraus muss man schliessen, dass die Bildung von Gerinnsel aus alkalinischer Faserstoffauflösung am Zinkpole beim Kupferdrahte von der Oxydation des Kupferdrahtes abhängig sey.

Genug dass Faserstoffauflösung in alkalinischem Wasser durch die galvanische Säule nicht zersetzt wird, sobald man nicht den

sich oxydirenden Kupferdraht am Zinkpole hat, und dass also Faserstoff sich nicht evident als elektronegativer Körper verhält. Wie sehr die Absetzung des Eiweisses und Faserstoffes aus Auflösungen am Zinkpole durch den Salzgehalt der Lösung bestimmt wird, sieht man aus folgendem Umstande: Alkalinische Lösung von Faserstoff setzt niemals am Platindrahte des Zinkpoles eine Spur von Gerinnsel ab, aber diese Gerinnung erfolgt sogleich, wenn man etwas Kochsalz zur Lösung zusetzt, wo dann die Salzsäure des Kochsalzes am Zinkpole das Gerinnsel bildet. Hieraus geht auch hervor, dass, wenn man mit einer Auflösung von Faserstoff in schwach alkalinischem Wasser an der Volta'schen Säule experimentiren will, der Faserstoff vorher von Serum vollkommen rein seyn muss, weil Serum Kochsalz enthält. Man erhält ihn von Serum rein, wenn man ihn von geschlagenem Blute sehr lange mit vielem Wasser auswäscht.

Dutrochet hat den Faserstoff des Blutes, den man aus dem rothen Coagulum erhält, für die Kerne der Blutkörperchen gehalten. Diess ist nicht richtig, da der Faserstoff, wie ich gezeigt habe, im Blute aufgelöst ist.

Da man, nach der von mir angegebenen Methode, Faserstoff des Froschblutes ohne Blutkörperchen erhält, indem er farblos aus frischem Blute durch ein Filtrum von weissem, nicht zu dünnem Filtrirpapiere geht, so schien es mir sehr interessant, das Verhalten des frischen, noch aufgelösten Faserstoffes vor dem Gerinnen gegen die galvanische Säule zu prüfen. Zu diesem Zwecke goss ich gleich viel destillirtes Wasser und Froschblut auf das Filtrum; die durchgehende Flüssigkeit wurde sogleich den Polen der galvanischen Säule ausgesetzt. Am Zinkpol setzte sich breiiges Eiweiss ab, der Faserstoff, wasserklar, sammelte sich weder am Zinkpole noch am Kupferpole, sondern gerann in der Mitte der Flüssigkeit und des Uhrglases als ein isolirtes Klümpchen, gerade so, als wäre die galvanische Säule gar nicht applicirt worden. Die Gerinnung des Faserstoffes erfolgte zur gewöhnlichen Zeit, und die Säule führte diese Gerinnung nicht erst herbei. Der Eiweissniederschlag am Zinkpole war von derselben Art, wie ich ihn beim Galvanisiren der vom Faserstoffklümpchen befreiten Flüssigkeit erhielt.

Ich habe auch die Kerne der Blutkörperchen vom Frosche gegen die Volta'sche Säule geprüft. Man bereitet sich ein Gemenge von Blutkörperchen und Serum, indem man das Gerinnsel umrüttelt und herausnimmt. Das Gemenge von Blutkörperchen und Serum wird in einem grossen Uhrglase mit Wasser versetzt, umgerührt und 24 Stunden stehen gelassen; dann hat sich der Farbestoff aufgelöst, und es sitzt auf dem Boden der weisse Satz von Kernen der Blutkörperchen. Man saugt den grössten Theil der überstehenden Flüssigkeit mit einem Tubulus vorsichtig auf. Mengt man den weissen Satz mit etwas Wasser, und setzt einen grossen Tropfen, auf einer Glasplatte ausgebreitet, der Volta'schen Säule aus, so hat man dieselben Phänomene, wie, wenn man eine wässrige Eidotterauflösung der Säule aussetzt; es entstehen zwei Wellen: die des Zinkpoles ist trübe und treibt Kügel-

chen vor sich her, die des Kupferpoles ist durchsichtig und enthält keine Kügelchen. In der Auflösung des Farbestoffes treibt die Welle des Zinkpoles rothe Kügelchen, in dem Gemenge von Wasser und Kernen der Blutkörperchen treibt die Welle des Zinkpoles weisse Körperchen vor sich her. Hier ist kein elektrischer Unterschied zwischen Kern und Schale. Die Welle des Zinkpoles ist bei der Farbestoffauflösung nur durchsichtiger, bei dem Gemenge von Wasser und Kernen der Blutkörperchen, so wie bei der Eidotterauflösung, die auch Kügelchen enthält, trübe. Indem ich nun in den Resultaten meiner Beobachtungen von Dutrochet in mehreren Punkten abweiche, muss ich doch der ingeniösen Art, mit welcher dieser geistreiche Naturforscher ein grosses Problem zu lösen suchte, meine grosse Bewunderung zollen.

Sollte Jemand so glücklich seyn, die Elektricität des Blutes auf eine entscheidende Weise zu ermitteln, so könnte ich der Wissenschaft zu diesem grossen Fortschritte nur Glück wünschen. Ich habe schon erwähnt, dass man mit dem Galvanometer keine elektrischen Ströme in dem Blute entdecken kann, ich erhielt keine Schwankungen der Magnetnadel des Multiplicators, selbst als ich den einen Draht in eine Arterie, den andern in eine Vene des lebenden Thieres einsenkte. Dagegen glaubte Bellingeri ein Mittel gefunden zu haben, die Elektricität des Blutes an den Bewegungen der Froschschenkel zu prüfen, welche entstehen, wenn man Blut und ein Metall mit den Schenkelmuskeln und Nerven und unter einander in Verbindung bringt. Er ging von der Thatsache aus, dass durch Contact zweier verschiedener Körper die vorhandene Elektricität in grössere oder geringere Spannung tritt, und dass diese Spannung um so grösser ist, je weiter beide Körper in der nach ihrem elektrischen Verhalten geordneten Reihe von einander abstehen. Bellingeri ordnete die Metalle folgender Maassen: Zink, Blei, Quecksilber, Antimon, Eisen, Kupfer, Wismuth, Gold, Platina. Nun verglich er das electrische Verhalten des Blutes mit dem der genannten Metalle, wenn Blut mit einem der Metalle in Contact, und Blut und Metall mit Nerven und Froschschenkel in Verbindung gebracht wurde, wobei die Zusammenziehung der Froschschenkel als Elektrometer diente. Nun soll ferner bei Fröschen, die schon etwas von ihrer Reizbarkeit verloren haben, nach ihm, von zwei Metallen, wovon das eine am Nerven, das andere am Muskel angebracht wird, dasjenige sich positiv verhalten, dessen Anbringung am Muskel bei Schliessung der Kette, und dessen Anbringung am Nerven entweder gar nicht, oder nur beim Oeffnen der Kette Zuckung erregt. (Es ist wohl umgekehrt.) So will er nun gefunden haben, dass das Blut gegen verschiedene Metalle sich verschieden verhielt, dass beide Blutarten meist gleich, dass sie in den meisten Fällen wie das Eisen sich verhalten. Diese sogenannte Elektricität des Blutes soll sich lange nach dem Aderlass erhalten (Froriep's *Not.* 408.) Vergl. p. 73.

Es ist unbegreiflich, wie man diesen Versuchen grossen Werth beilegen konnte. Wenn man bei der kältern Jahreszeit (Früh-

ling oder Herbst) den Nerven des Froschschenkels in ein Schälchen mit Blut oder Wasser (gleichviel) legt, und die Schenkelmuskeln und die Blutflüssigkeit mit einem Stück Kupferdrath in Verbindung bringt, so erhält man eine Zuckung des Froschschenkels. Hier kann man sich nun überzeugen, dass eine Kette von Kupfer und Wasser zwischen Nerven und Muskel vollkommen gleich gut ist, als eine Kette von Kupfer und Blut. Was hat man nun damit gewonnen, wenn das elektrische Verhalten des Wassers dasselbe ist, als das des Blutes? Dabei kann es wohl seyn, dass nicht einmal das Blut oder Wasser in dieser Kette ein Elektromotor ist, sie können eben so wohl blosse Leiter, und das Kupfer mit den Muskeln die Electromotoren seyn.

IV. Capitel. Von den organischen Eigenschaften und Verhältnissen des Blutes.

a. Belebender Einfluss des Blutes.

Das hellrothe arterielle Blut, dessen Blutkörperchen nach Michaelis kaum etwas weniger Kohlenstoff und kaum etwas mehr Sauerstoff im gebundenen Zustande enthalten, wird auf dem Wege durch die feinsten Gefässe des Körpers wieder dunkelroth oder venös, durch eine noch unbekannte Wechselwirkung mit der organisirten Materie, die die Organe fähig zum Leben, das Blut aber unfähig macht, diesen zum Leben nothwendigen Reiz weiter auszuüben. Nur dadurch, dass das Blut wieder in den Lungen hellroth wird, indem es Sauerstoff aus der Luft aufnimmt, und Kohlensäure ausscheidet, und zwar mehr Sauerstoff aufnimmt, als es Kohlensäure (nach der chemischen Theorie von Kohlenstoff des Blutes und Sauerstoff der Luft gebildet) ausscheidet, erlangt es wieder diese Fähigkeit. Da, wie wir später sehen werden, innerhalb einiger Minuten das Blut den ganzen Körper durchkreiset, so erlangen und verlieren also dieselben Theile des Blutes in einigen Minuten einmal diese belebende Fähigkeit. Nur im hellrothen arteriellen Zustande ist das Blut fähig, das Leben zu unterhalten, die Unterdrückung der Bildung des arteriellen Blutes in den Lungen erstickt, d. h. macht scheintodt und todt, vorzüglich, wie Bichat gezeigt hat, durch Lähmung der Funktionen des Gehirns und Nervensystems. Doch ist diese Nothwendigkeit beim Neugebornen, noch mehr im Winterschlaf und Scheintod und bei den niedern Thieren geringer, scheint selbst bei dem Foetus der Säugethiere ganz zu fehlen. Siehe den Art. vom Athmen. Am meisten sind aber die Kräfte des Nervensystems und des animalischen Lebens vom arteriellen Blut abhängig, diess sieht man an den Erscheinungen der Blausucht, wo durch Fehler in den Kreislaufsorganen (Offenbleiben des beim Foetus vorhandenen ductus arteriosus Botalli zwischen arteria pulmonalis und aorta, Offenbleiben des beim Foetus vorhandenen foramen ovale in der Scheidewand der Vorhöfe) beide Blutarten immer zum Theil gemischt werden. Die Ernährung, die

Absonderung leiden hier wenig oder gar nicht, wenn auch das Aussehen der Haut dunkler und bläulich ist; aber die Muskelkraft fehlt, die geringsten Anstrengungen bringen Erstickungszufälle, Ohnmachten und selbst Scheintod hervor, der Geschlechtstrieb bildet sich nicht aus, die Wärme ist geringer. Es ist eine Neigung zu Blutflüssen und selbst zu tödtlichen Blutungen vorhanden. Siehe Nasse über den Einfluss des hellrothen Bluts auf die Entwickelung und die Verrichtungen des menschlichen Körpers aus Beobachtungen blausüchtiger Kranken, Reil's *Archiv. T.* 10. *p.* 213. Dass aber die vegetativen organischen Functionen weniger vom arteriellen Blut abhängen, sieht man auch daraus, dass Absonderungen zuweilen von Organen geschehen, die nicht allein arterielles, sondern noch mehr venöses Blut erhalten. So geschieht die Absonderung der Galle zum Theil vom venösen Blute der Pfortader, die Absonderung des Harns zum grössern Theil bei Amphibien und Fischen aus Venenblut der zuführenden Nierenvenen, welche diese beiden Thierklassen ausser den rückführenden Nierenvenen und den Nierenarterien besitzen.

Unterbindung aller Arterienstämme eines Gliedes hebt das Bewegungsvermögen auf, und erzeugt zuletzt örtlichen Tod. Grosse Blutverluste machen die höheren Thiere sogleich asphyktisch, die kaltblütigen überleben aber lange die Entleerung des grössten Theiles des Blutes, und Frösche leben selbst nach Ausschneidung des Herzens noch viele Stunden lang, und sind aller Bewegung fähig. Aber selbst erschlaffte ausgeschnittene Theile, wie das schon bewegungslose Herz des Frosches in v. Humboldt's Versuchen, scheinen durch Eintauchen in Blut wieder einigermaassen belebt zu werden, und Blut erhält die Flimmerbewegungen der mikroskopischen Wimpern an abgeschnittenen Theilen gewisser Schleimhäute nach Purkinje's und Valentin's Beobachtungen am längsten.

Prevost und Dumas haben gezeigt, dass das Blut seine belebende Wirkung nicht so sehr durch das Blutserum als durch die darin schwebenden rothen Körperchen äussert. Spritzt man in die Gefässe eines bis zur Ohnmacht von Blut entleerten Thieres Wasser oder reines Serum von 30° C., so wird das Thier nicht erweckt. Nimm man dagegen Blut von derselben Art, so wird es durch jeden Stoss merklich wieder belebt und zuletzt hergestellt. Diese Versuche sind von Dieffenbach bestätigt.

Diese Wiederbelebung erfolgt nach Prevost und Dumas, Dieffenbach und Bischoff, (Muell. *Arch.* 1835. 347.) auch dann wenn man den Faserstoff des Blutes durch Schlagen entfernt, und das nicht mehr gerinnende Gemenge von Blutkörperchen und Serum einspritzt. Da, wie ich gezeigt habe, die Blutkörperchen in geschlagenem Blute durchaus unverändert sind, so sollte man, in den wenigen Fällen, wo eine Infusion von Blut in die Adern eines lebenden Wesens gerechtfertigt und wegen Blutleere nöthig ist, lieber geschlagenes, von Faserstoff befreites Blut von der gehörigen Temperatur injiciren. Dieses ist und bleibt vollkommen flüssig. Man vermeidet hierdurch die Hauptbeschwerde der Transfusionen, dass nämlch das Blut während

des Uebergangs aus dem einen in den andern Körper allzuleicht gerinnt. Blut von einer andern Art, dessen Körperchen dieselbe Gestalt, aber verschiedene Grösse haben, bewirkt eine unvollkommene Herstellung, und gewöhnlich stirbt das Thier in 6 Tagen. Der Puls wird dann beschleunigt, das Athmen bleibt normal, die Wärme sinkt sehr schnell. Die Excretionen sind schleimig und blutig. Die geistige Thätigkeit scheint nicht abgeändert. Einspritzen von Blut mit Kreiskörperchen in die Gefässe eines Vogels (von elliptischen und grösseren Körperchen) bewirkt heftige und der stärksten Vergiftung ähnliche Nervenzufälle, gewöhnlich den Tod, selbst sehr plötzlich, auch wenn eine geringe Menge eingespritzt wurde. So war z. B. die Wirkung von Schafblut auf Enten. Bischoff's Beobachtungen wichen in dem Punkte ab, dass geschlagenes und dadurch seines Faserstoffs beraubtes Blut ohne alle schädliche Folgen in die Venen eines Vogels eingespritzt werden kann. Auf Frösche wirkt selbst das geschlagene, transfundirte Blut nachtheilig, besonders Menschenblut, weniger das der Säugethiere und Vögel, am wenigsten das der Fische. Der Erfolg der Transfusion des geschlagenen Blutes der drei höhern Thierklassen war hier regelmässig der Tod nach einigen Stunden. Der Kreislauf zeigte sich immer schnell geschwächt. Regelmässige Folgen der Transfusion waren Exsudationen von Serum und selbst von Blutkörperchen, sowohl des eingespritzten Blutes als Blutkörperchen des Frosches. Vergl. die Transfusion des Blutes, von Dieffenbach. Berlin 1828. Eine unvorsichtige Injection von Luft in die Adern und das Blut eines lebenden Thieres tödtet fast auf der Stelle durch Hinderniss des Blutlaufs in den kleinen Gefässen und im Herzen, indess sehr kleine Quantitäten nicht allein von atmosphärischer Luft und Sauerstoffgas, sondern selbst von irrespirabeln Luftarten, wie Stickgas, Stickgasoxydul, Wasserstoffgas, Kohlenwasserstoffgas, Kohlensäuregas, Kohlenoxydgas, in Nysten's Versuchen ohne tödtlichen Erfolg injicirt wurden. Nur Salpetergas, Schwefelwasserstoffgas, Ammoniakgas und Chlorgas waren absolut lethal. Nysten *recherches de physiol. et de chim. pathol. Paris* 1811.

b. Thätigkeitsäusserungen im Blute selbst.

Unstreitig muss das Blut als eine in sich lebendige Flüssigkeit aufgefasst werden, aber es hat bis jetzt nicht gelingen wollen, im Blute einen Akt seines Lebens als sichtbares Phaenomen darzustellen. C. H. Schultz hat von einer sichtbaren lebendigen Wechselwirkung der einzelnen Blutmolecule und der Substanz der Gefässe gesprochen, zufolge welcher die Blutmolecule nicht verharrend bestehen, sondern sich von neuem bilden und untergehen. C. H. Schultz *der Lebensprocess im Blute. Berlin* 1822. In seinen neueren Mittheilungen erklärt sich der Verfasser bestimmter dahin, dass den Blutkörperchen selbst jede Bewegung fehle, dass die flimmernden Bewegungen des Blutes, (welche man an dem, in den Gefässen fliessenden Blute beim Sonnenlicht sieht), den flüssigen Theilen des Blutes angehöre. Diese oscillatorische Bewegung erkenne man noch an den feinsten Saftströmen, wenn

sie auch keine Blutkörperchen enthalten. C. H. SCHULZ *das System der Circulation. Stuttgart.* 1836. *p.* 74. Diese eigenthümlichen Ansichten entfernen sich von derjenigen der übrigen Beobachter wesentlich. Dagegen stimmen die Beobachtungen von RUDOLPHI, PURKINJE, KOCH, MEYEN und meine eigenen in Hinsicht der Erklärung dessen, was der Verfasser für eine Lebensbewegung des Blutes ansieht, überein. Wenn man bei hellem Tageslichte durchsichtige, vom Blut durchflossene Theile observirt, dagegen die Täuschungen einer flimmernden, aber sehr undeutlichen Beleuchtung von intensivem, durch durchsichtige thierische Theile refrangirtem Sonnenlichte vermeidet, so bemerkt man in den Blutgefässchen niemals die geringste Spur einer selbstständigen Bewegung der einzelnen Blutmolecule, weder eine Attraction und Repulsion der Blutkörperchen, noch der Theilchen der Blutflüssigkeit. Wenn man aber intensives Sonnenlicht durch durchsichtige thierische Theile durchströmen lässt, so hört alle Klarheit des Bildes wegen des Lichtspieles durch so viele wie kleine Linsen wirkende Körnchen des Blutes und die Unebenheiten der Substanz auf; man sieht nicht mehr das Vorbeiströmen der Körnchen, sondern einen allgemeinen Ausdruck flimmernder Bewegung, wobei man oft selbst nicht mehr die Richtung des Stromes unterscheidet. Dieselbe Täuschung hat statt, wenn man eine Flüssigkeit, worin Kügelchen enthalten sind, wie Milch, bei durchscheinendem Sonnenlicht über den Objectträger des Mikroskopes fliessen lässt, oder auch wenn bei diesem Licht klares Wasser über ein matt geschliffenes Glas fliesst. Die körnige Substanz der thierischen Theile ist dem matt geschliffenen Glase zu vergleichen. Vergl. besonders MEYEN, *Isis* 1828. 394. und die Recension eines Ungenannten, *Isis* 1824. 3. Noch unstatthafter ist es, die Blutkörperchen als Infusorien zu betrachten, wie EBER und MAYER gethan (MAYER *Supplemente zur Lehre vom Kreislauf. Bonn* 1827.) Ueber die dem Blute mit Unrecht beigelegte Propulsivkraft, sich bei der Circulation zu bewegen, eine Kraft der Bewegung, die noch fortdauern soll, wenn die Kraft des Herzens nicht mehr wirkt, siehe den Artikel *vom Kreislauf. Capillargefässe.* Diese Annahme von KIELMEYER, TREVIRANUS, CARUS, DOELLINGER und OESTERREICHER schien am meisten gerechtfertigt durch die Beobachtung WOLFF's und PANDER's, dass sich das Blut beim Hühnchen in der area vasculosa früher bildet als das Herz schlägt, und dass das Blut von der Peripherie der area vasculosa schon nach dem Herzen ströme, ehe noch das Herz schlägt. Indessen ist der letztere Theil dieses Satzes nicht sicher, und BAER ist zweifelhaft; es scheint ihm sogar, dass zuerst Bewegung im Herzen stattfindet; etwas später die Strömung in dem Raume des durchsichtigen Fruchthofes und zuletzt noch erst ein Hinzuströmen des rothen Blutes aus der area vasculosa. BURDACH *Physiol.* 2. 261. Auch WEDEMEYER hat sich nicht überzeugen können, dass nicht zuerst vor der Strömung das Herz schlage. Die übrigen Gründe für die Propulsionskraft des Blutes stützen sich auf die Fortdauer der Blutbewegung in abgeschnittenen Theilen. Abgesehen davon, dass diese Kraft der Be-

wegung in einer Flüssigkeit ohne eine Anziehung oder Abstossung von Seiten eines andern Gegenstandes unbegreiflich ist, habe ich zwar die Thatsachen, die man für jene Annahme anführt, zum Theil bestätigt gefunden, ich konnte aber nicht diese Schlussfolge daraus ziehen. In einem abgeschnittenen Theile sieht man mittelst des Mikroskopes unter zwei Bedingungen noch fortdauernde Bewegungen des Bluts in den feinsten Uebergängen der Arterien in Venen: 1) so lange das Blut noch aus den durchschnittenen Gefässstämmen ausfliesst, was auf den Zustand des Blutes in den Haargefässen wirken muss. So sieht man nach meinen Beobachtungen noch langsame Bewegungen, und zwar von den feinen Gefässen nach den grössern (also nach den Oeffnungen der durchschnittenen Gefässstämme) bis 10 Minuten nach Abschneiden eines Fusses beim Frosch. Diese Bewegungen entstehen nach meiner Ansicht bloss durch das Ausfliessen des Blutes, während die Gefässe durch die Elasticität einen engern Durchmesser annehmen, als sie vorher im Zustande gewaltsamer Ausdehnung hatten. Man sieht dies Engerwerden auch unter dem Mikroskop. Wird die Durchschnittsfläche, woraus das Blut abfliesst, mit dem Schenkel in die Höhe gehalten, so hört das Ausfliessen des Blutes früher auf, und schon nach 5 — 6 Minuten hört alle Spur der Bewegung in den Capillargefässen auf. Wedemeyer's Beobachtungen stimmen mit den meinigen sehr überein, nur dass er die Zeit nicht angiebt. Er sagt: Gleich nach dem Ausschneiden des Herzens strömt alles Blut in fast ununterbrochenem Zuge aus Arterien, Venen und Haargefässen nach der Wunde hin, indem die Elasticität der weichen Theile das Blut aus den kleinen Gefässen nach der kaum mehr Widerstand leistenden Wunde der grossen Gefässe hindrückt. *Ueber den Kreislauf des Blutes. Hannover* 1828. *p.* 233. 2) Wenn man auf einen feuchten abgeschnittenen Theil das intensive Sonnenlicht wirken lässt. Unter dem letzten Umstande trocknet und runzelt die Oberfläche des feuchten Theils sichtbar schnell. Dies bewirkt eine schnellere Entleerung der Capillargefässe, was beim Durchscheinen des intensiven Sonnenlichtes den schon berührten flimmernden Schein gewährt. Man wird daher, wie ich an einem abgeschnittenen Fledermausflügel, noch viele Stunden lang stellenweise, aber nur da eine Spur von flimmernder Bewegung des Bluts in den feinsten Gefässen bemerken, wo man gerade das intensive Sonnenlicht augenblicklich durchscheinen lässt. Bei nacktem Auge sieht man das ausserordentlich schnelle Runzeln der Oberfläche. Befeuchtet man die einschrumpfende Stelle wieder, so hört das Zusammenschrumpfen und damit auch die flimmernde Bewegung im Innern der Gefässe auf einige Augenblicke auf, beginnt aber sogleich wieder mit der zunehmenden Verdünstung und Austrocknung. Selbst nach 1½ Tagen konnte ich an dem so befeuchteten Flügel noch ein Flimmern im Innern bei intensivem Sonnenlichte sehen. Nach Baumgaertner (*Beobachtungen über die Nerven u. d. Blut. Freiburg* 1830.) dauerte beim Frosch die Bewegung des Blutes nach Unterbindung einer Arterie 3 — 5 Minuten, eine Bewegung, die der treffliche Baumgaertner von

Wechselwirkung der Nerven und des Blutes, nicht von der Elasticität der vorher ausgedehnten Arterien ableitet. Schon Anastomosen können solche Erscheinungen bewirken. Leider beweisen die sinnreichen von BAUMGAERTNER angestellten Beobachtungen nicht evident dasjenige, was sie sollen. Ich habe übrigens beobachtet, dass der Blutlauf in den feinsten Gefässen nach Compression einer Arterie meist schnell aufhört. Gerade dann müsste man die eigene Bewegung der Blutkörperchen sehen, wenn sie wirklich existirte. Mortificirte ich das Herz eines Frosches durch Liq. kali caust., so konnte ich unter dem Mikroskop noch einige Zeit Bewegung in den feinsten Gefässen sehen, wahrscheinlich von der Zusammendrückung des Blutes in den Arterien durch ihre elastische, früher stark ausgedehnte Haut. Das Blut blieb einmal über eine Stunde flüssig in den feinsten Gefässen, und bewegte sich von Zeit zu Zeit bald vorwärts, dann wieder rückwärts, dann stand es still, dann bewegte es sich wieder, wahrscheinlich je nach der Zusammendrückung der Gefässe durch gelinde Bewegungen des Frosches oder einzelner Muskelpartien des Beines. Ich läugne daher die eigenthümliche Propulsionskraft, und nehme nur die, den Kreislauf nicht nothwendig erleichternde, lebendige Wechselwirkung und Anziehung zwischen Substanz und Blut an, wodurch unter sonst gleichen Umständen ein mehr belebter Theil mehr Blut aufnimmt, als sonst und als andere Theile und gewisse Theile selbst sich aufrichten, eine Wirkung, welche man nicht aus der Zusammenziehung der zuführenden Gefässe jener Theile erklären kann, da 1) diese Art von Contractilität der Gefässe, wie in der Lehre vom Kreislauf bewiesen wird, nicht existirt, und 2) keine dauernde Anfüllung dieser Theile hervorbringen könnte. Selbstständige Bewegungen des Saftes ohne Herz, wie bei den Pflanzen, kennt man bis jetzt auch von niederen Thieren nicht mit Sicherheit. NORDMANN hat sich über einen von ihm beobachteten Saftumlauf in der Hülse von Alcyonella diaphana, den er der Saftbewegung in den Internodien der Charen vergleicht, nicht weiter erklärt. CARUS entdeckte an Echinus edulis in demjenigen zarthäutigen Wasserröhrengewebe, das den Saum zwischen den äusserst feinen Löcherchen der Fühlergänge (ambulacra) immer begleitet, selbst wenn die Theile dieses Gewebes abgeschnitten sind, eine Cirkelbewegung von Kügelchen. *Mikrograph. Beiträge* 2 *H. Berlin* 1832. 75. Vergl. TREVIRANUS *Erscheinungen und Gesetze des organ. Lebens*. 1. 234. Diese so wie die von NORDMANN an Diplozoon und von EHRENBERG an Distomen beobachtete Saftbewegung in Gefässen, die ihren Durchmesser nicht ändern und sich nicht zusammenziehen, sind in neuerer Zeit in Hinsicht ihrer Ursachen aufgeklärt worden und können nicht mehr für eine selbstständige Bewegung der Säfte in den Thieren angeführt werden. Sie rühren von schwingenden Wimpern her. EHRENBERG hat schwingende Falten in den Gefässen der Entozoen und Turbellarien, SIEBOLD schwingende Wimpern in den Gefässen des Diplozoon erkannt. MUELL. *Arch.* 1836. *Jahresbericht CXXXVI.*

TREVIRANUS, MAYER und Andere haben die mehrere Secun-

den dauernde Durcheinanderbewegung der Blutkörperchen in einem Tropfen Blutes, der unter das Mikroskop gebracht wird, für automatische Bewegung angesehen. Man kann diese momentanen wirbelnden Bewegungen indess, wie ich öfter beobachtet, und was entscheidend ist, auch in Tropfen längst aus dem Körper entlassenen Blutes sehen. Wenn man z. B. sich von gerütteltem Froschblut ein Gemenge von Blutkörperchen und Serum bereitet und das Gerinnsel entfernt, und dann nach 12 — 24 Stunden einen Tropfen davon unter das Mikroskop bringt, so sieht man dieselbe Vertheilung, dasselbe Strömen der Blutkörperchen, wie im frischen Blute. Diese Bewegung kann daher nicht lebendig seyn. An Blut von warmblütigen Thieren haben solche Beobachtungen ohnehin keine Beweiskraft, wegen der Bewegung, die von der Verdunstung herrühren kann. Vielleicht hat die kleine Formveränderung welche jeder Tropfen Flüssigkeit, den man auf einer Glasplatte ausbreitet, an den Rändern, zuweilen schnell, erleidet, an jenen Bewegungen grossen Antheil. Dass die Blutkörperchen endlich in der Nähe wimpernder Häute, der Geschlechtsorgane, Athemwerkzeuge u. a. wie alle feinen Körperchen in Bewegung gerathen, darf nicht auffallen.

Heidmann (Reil's *Archiv.* 6. 425.) hat Zusammenziehungen und Dilatationen im Blute beim Gerinnen beschrieben, ich habe sie nicht sehen können, so gewiss der geronnene Faserstoff sich unmerklich auf ein viel kleineres Volumen zusammenzieht. Dass aber die von Tourdes und Circaud beobachtete Zusammenziehung des geronnenen Faserstoffs durch Galvanismus nicht existirt, hat Heidmann selbst bewiesen, und ich habe nicht dergleichen gesehen, als ich in den p. 144 angeführten Versuchen den durchs Filtrum gehenden aufgelösten Faserstoff des Froschblutes galvanisirte und gerinnen liess.

Die Frage, ob das Blut eine lebendige oder nicht lebendige Flüssigkeit sey, erinnert an einen kritischen Zustand unserer Wissenschaft. Alles, was im Organismus auf eine von den unorganischen Gesetzen verschiedene Art Wirkungen zeigt, hat eine organische, oder, was dasselbe ist, lebendige Thätigkeit. Bloss die festen Theile als lebend betrachten zu wollen, ist unangemessen; denn feste organische Theile im strengen Sinne giebt es nicht, fast alle enthalten bis $\frac{4}{5}$ ihres Gewichtes Wasser, und eine bestimmte Grenze giebt es hier nicht. Betrachtet man nun die organische Materie überhaupt als lebensfähig, die organisirten Theile als belebt, so ist doch die Wirkung des Bluts schon aus physikalischen und chemischen Gründen nicht zu begreifen. Der Samen ist nicht bloss Reiz für die Befruchtung des Eies, sondern da er die Eier der nackten Amphibien und Fische ausser dem Körper befruchtet, da das neue Individuum eben sowohl die Fähigkeiten, Aehnlichkeit, ja selbst Krankheitsanlagen des Vaters hat, so ist der Samen offenbar, obgleich eine Flüssigkeit, eine lebende und belebende. Der keimfähige Theil des Eies, die Keimscheibe, ist eine ganz unorganisirte Aggregation von Thierstoff, und dennoch von der ganzen organisirenden Kraft belebt und belebend, obgleich weich und der Flüssigkeit noch verwandt.

Auch das Blut zeigt organische Eigenschaften, es wird von dem belebten und gereizten Theil angezogen, es besteht eine lebendige Wechselwirkung zwischen dem Blut und den organisirten Theilen, an der das Blut eben so gut Antheil hat als die Organe selbst. Der bei der Entzündung ausschwitzende Faserstoff des Blutes ist anfangs flüssig, und bildet, indem er erhärtet, Pseudomembranen; aber dieses Exsudat wird durch blosse Wechselwirkung mit dem exsudirenden Organe auch organisirt und von Blut und Gefässen durchdrungen. Das Blut hat daher selbst schon Lebenseigenschaften, und dasselbe gilt von allen thierischen Säften, welche nichts Zersetztes, wie Urin, Kohlensäure, ausführen. Der Speichel, die Galle wirken assimilirend auf die Nahrungsstoffe, die Organe assimilirend auf das Blut, und hier giebt es keine scharfe Grenze zwischen lebensfähigen und belebten Stoffen. Diejenigen aber, welche am wenigsten belebt sind, bleiben, so lange sie nicht zersetzt sind, lebensfähig.

c. Entstehung des Blutes.

Die Materialien zur Bildung des Blutes sind bei dem Erwachsenen die Contenta der Lymphgefässe, die klare Lymphe und der weissliche Chylus, wovon die erstere Nahrungsstoffe aus dem Innern der organisirten Theile, der letztere die im Darmkanal durch die Lymphgefässe ausgezogenen Nahrungsstoffe, in den ductus thoracicus und so fort ins Blut führen. Die Lymphe und der Chylus enthalten aufgelöstes Eiweiss und aufgelösten Faserstoff, weniger als das Blut. Durch diese in der Lymphe aufgelösten Stoffe gleicht die Lymphe ganz der klaren Blutflüssigkeit, liquor sanguinis, aus welcher das Blut besteht, wenn man von den rothen Körperchen absieht. Dieser klare liquor sanguinis enthält auch, wie ich gezeigt habe, den Faserstoff vor dem Gerinnen aufgelöst. Mit vollem Rechte kann man daher den farblosen liquor sanguinis gleichsam die Lymphe des Blutes nennen, und man kann behaupten, dass Lymphe Blut ohne rothe Körperchen, das Blut Lymphe mit rothen Körperchen ist. Das Eiweiss des Blutes hat seine Entstehung in der Verdauung, von da es in die lymphatischen Gefässe übergeht. Die verdauten Nahrungsstoffe enthalten im Darmkanal aufgelöstes Eiweiss, keinen gerinnbaren Faserstoff; dieser bildet sich erst in den Lymphgefässen und gelangt so ins Blut. Merkwürdig ist die von mir beobachtete, fast constante Thatsache, dass bei länger aufbewahrten, also hungernden Fröschen das Blut häufig nicht mehr gerinnt, so wie auch ihre Lymphe, die sonst gleich dem Blute schnell gerinnt, dann nicht mehr coagulirt. Im Winter gerinnt gleichwohl das Blut der Frösche oft, wenn auch nicht so vollständig, gleich wie in allen Fällen, wenn ihr Blut nicht ganz gerinnt, auch ihre Lymphe nicht so fest coagulirt. Diess finde ich so bei mehreren der ausgegrabenen, sonst ganz muntern Frösche. Der Chylus ist weniger deutlich alkalisch als das Blut. Lymphe und Chylus enthalten weniger feste Theile als das Blut und namentlich weniger Faserstoff. 100 Theile Chylus enthalten nach Tiedemann und

Gmelin 0,17 — 1,75 trocknen Faserstoff. In dem Chylus ist freies Fett vorhanden, das im Blute inniger gebunden zu werden scheint, auch ist das Eisen im Chylus weniger gebunden als im Blute, und lässt sich nach Emmert nach Behandlung des Chylus mit Salpetersäure durch Galläpfeltinctur darstellen. Die Lymphe und der Chylus enthalten jedoch auch eine eigene Art sparsamer Körnchen. Die äusserst sparsamen Körnchen der gerinnbaren Froschlymphe, die man z. B. unter der Haut des Oberschenkels beim Frosche antrifft, sind ungefähr viermal kleiner als die elliptischen Blutkörperchen des Frosches, so gross als die elliptischen Kerne der Blutkörperchen des Frosches; sie sind indess nicht elliptisch, und noch weniger ganz länglich, wie die Kerne der Blutkörperchen des Salamanders, sondern rund; sonst könnte man vermuthen, dass sie die Kerne der Blutkörperchen würden. Die Kügelchen des Chylus der höheren Thiere sind rund und nicht platt, wie die Blutkörperchen. Von den Blutkörperchen unterscheiden sich die Chyluskörperchen auch, dass sie im Wasser unauflöslich sind, während sich die Schale der Blutkörperchen im Wasser auflöst. Von den im Wasser unauflöslichen Kernen der Blutkörperchen unterscheiden sie sich wieder durch ihre Grösse. Prevost und Dumas fanden die Chyluskügelchen $\frac{1}{7999}$ P. Z., was mehr als halb so viel beträgt, als die Blutkörperchen des Menschen. Ich habe die Chyluskügelchen jedesmal auf derselben Glasplatte mit den Blutkörperchen desselben Thieres untersucht, und fand ihre Grösse bald gleich der der Blutkörperchen, wie bei der Katze, bald und zwar meist etwas kleiner, wie beim Kalbe, bei der Ziege, beim Hunde, bei welchem letztern ich sie von sehr verschiedener Grösse, die meisten sehr klein und alle kleiner als die Blutkörperchen fand. Beim Kaninchen fand ich sogar die Chyluskügelchen zum Theil grösser als die Blutkörperchen; die meisten waren sehr klein, $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ so gross als die Blutkörperchen, und einige waren offenbar grösser, wenigstens noch einmal so gross. Vergl. R. Wagner, Hecker's *Annalen* 28 *Bd.* C. H. Schultz *System der Circulation* 37.

Nach Autenrieth soll der ins Blut ergossene Chylus in 10 bis 12 Stunden in Blut umgewandelt werden, weil man innerhalb dieser Zeit noch häufig das Serum milchweiss sehe. Vielleicht geschieht indess diese Umwandlung noch langsamer; denn ich habe schon bemerkt, dass, wenn man in Blut mit etwas unterkohlensaurem Kali die Gerinnung verlangsamt, beim Sinken der Blutkörperchen die überstehende Flüssigkeit häufig etwas trübe und weisslich ist.

Wo das in der Lymphe und dem Chylus fehlende Blutroth, wovon man bloss in dem Chylus des Ductus thoracicus zuweilen eine Spur findet, oder wo die Schale der Blutkörperchen entstehe, ist ganz unbekannt, wenn auch das Athmen dabei eine Rolle zu spielen scheint. Hewson's Hypothese, dass das Blutroth sich in der Milz und in der zuweilen etwas schmutzigröthlichen Milzlymphe bilde, hat keinen Grund; die Milz kann ohne beschwerliche Folgen bei Thieren exstirpirt werden.

Es ist vollig unmöglich, sich davon einen Begriff zu machen,

was die eigenthümliche platte Form, die plattrunde Form dieser Körperchen bei den Säugethieren, die plattovale Form bei den übrigen Wirbelthieren bedingt. Im ganzen Körper giebt es keine ähnlichen Elementarformen. In dem bebrüteten Ei ist das einzige Material zur ersten Blutbildung die Substanz des Keimes oder der Keimhaut selbst, die sich wieder aus der Eiflüssigkeit oder der Dottersubstanz vergrössert. In der Keimhaut erzeugt sich das Blut zuerst, wie man genau beobachten kann, ehe die Gefässe, ehe die Drüsen gebildet sind, welche bei dem Erwachsenen Einfluss auf die Blutbildung haben. Die aus der vergrösserten Keimscheibe entstandene Keimhaut zeigt bald eine obere dünnere Schichte (seröses Blatt), und eine untere dickere Schichte (Schleimblatt). Auch bildet sich um die in der Mitte der Keimhaut sich zeigende Spur des Embryo ein durchsichtiger Hof, *area pellucida*, während der äussere Theil der Keimhaut undurchsichtig bleibt, und dieser undurchsichtige Theil der Keimhaut wird bald wieder durch eine Abgrenzung in ein äusseres und inneres ringförmiges Feld abgetheilt, beim Vogel in der 16. — 20. Stunde (v. Baer). Diese Abgrenzung schliesst zunächst den einen Theil des undurchsichtigen Stückes der Keimhaut ein, welches den innersten oder durchsichtigen Hof der Keimhaut umgiebt, und *area vasculosa* genannt wird, weil sich innerhalb dieses Hofes das Blut und die Gefässe bilden. So weit die Area vasculosa reicht, zeigt sich zwischen den beiden Blättern der Keimhaut eine körnige Lage, welche sich bald in körnige dichte Inseln und durchsichtige Zwischenräume zertheilt, in denen sich zuerst eine gelbliche, hernach rothe Flüssigkeit ansammelt, das Blut (zuerst in der Peripherie der Area vasculosa deutlich). Die Blutkörperchen des Vogelembryo sind nach Prevost und Dumas von der Blutbildung in der Keimhaut an in den ersten Tagen rund, erst am sechsten Tage fangen sie an elliptisch zu werden, am neunten Tage sind sie alle elliptisch. Froriep's *Not.* 175. Aehnliches haben Hewson, Schmidt und Doellinger beobachtet. Schmidt *über die Blutkörner, Würzb.* 1822. Eben so Baumgaertner (*über die Nerven und das Blut. Freiburg* 1830.) bei Amphibien und Fischen, E. H. Weber (*Anatomie* 4. 478) bei Froschlarven. Nach Baumgaertner entstehen die Blutkörperchen folgendermaassen: Die Blutkörperchen sind zuerst runde, nicht platte Kugeln, aus einer Menge kleiner Kügelchen zusammengesetzt, die den Dotterkügelchen gleichen; indem sie allmählig durchsichtig geworden, verschwindet dieses körnige Wesen, worauf der durchsichtige Ring sich ausbildet und der Kern entsteht. Allmählig entsteht die elliptische Form. Auch Weber sah die Blutkörperchen der jüngsten Froschlarven auch aus mehreren kleineren Körnchen zusammengesetzt. Diese Körnchen sollen sich nach Baumgaertner aus Dottersubstanz bilden. Nach Doellinger (*Denkschr. der Akad. zu München.* 7. 169,) und Baumgaertner sollen sich auch bei jungen Thieren, und also auch wohl bei erwachsenen, Blutkörperchen bilden, indem Partikeln der Organe sich ablösen, und mit den nächsten Blutströmchen in Wechselwirkung treten. Es ist offenbar, dass das Blut aus der Substanz der die Dotterflüssigkeit aufnehmenden Keim-

haut selbst entsteht, und dass es keiner besondern Organe zu dieser Umwandlung bedarf, da noch keine Organe wie der Darmkanal, die Leber, die Milz, die Lungen u. s. w. existiren. Diese Thatsache belehrt uns, dass wir den Vorgang der Blutbildung und Formation der rothen Körperchen (aus den Chyluskügelchen?) nicht allzusehr in besonderen Organen des Erwachsenen suchen müssen, und es ist sehr wahrscheinlich, das unter dem Einfluss der allgemeinen Lebensbedingungen, wie sie beim bebrüteten Ei stattfinden, auch beim Erwachsenen aus dem Chylus Blut wird. Einen wesentlichen Antheil scheint dabei das Athmen zu haben, insofern auch beim bebrüteten Ei der Einfluss der atmosphärischen Luft und bei den Wasserthieren des lufthaltigen Wassers durchaus zur Entwickelung nöthig scheint, und die Luft die beim Athmen gewöhnliche Veränderung erleidet, mag nun der Sauerstoff der atmosphärischen Luft in das Blut treten und Kohlensäure aus dem Blut entfernt werden, oder der Sauerstoff der Luft mit Kohlenstoff des Blutes zu der ausgeschiedenen Kohlensäure sich verbinden. Eine wichtige Beobachtung von Baer (*de ovi mammalium genesi*) könnte es sogar wahrscheinlich machen, dass zur ersten Entstehung des Blutes in der Keimhaut bei den Säugethieren nicht einmal jene Luftveränderung nöthig ist. Denn Baer hat das Ei der Hunde zu einer Zeit beobachtet, wo die area vasculosa der Keimhaut schon Blut und Gefässe enthielt, aber das Ei noch ganz frei und ohne die Verbindung mit dem Uterus, durch welche das Athmen ersetzt werden könnte, in demselben enthalten war, wobei Burdach vermuthet, dass der den Muttermund geschwängerter Säugethiere schliessende Schleimpfropf doch atmosphärische Luft zum Ei treten lasse. In diesem Zustand ohne Gefässverbindung mit dem Uterus bleibt das Ei der Beutelthiere sogar, siehe Owen *Philos, transact* 1834. *p.* 2. Beim Foetus der Säugethiere giebt es aber auch später noch keinen deutlichen Unterschied zwischen arteriösem und venösem Blute, und das Athmen wird durch einen unbekannten Process anderer Art in der Verbindung des Eies mit dem Uterus unnöthig. Wenigstens ist es mir aus neueren Beobachtungen immer unwahrscheinlicher geworden, dass irgend ein merklicher Unterschied der Farbe zwischen dem Nabelarterienblut und dem aus der Placenta zurückkehrenden Nabelvenenblut existirt. Siehe 2. *Buch.* 1. *Abschn.* 3. *Cap.* Vielleicht ist das Athmen zur Bildung von Blutroth nicht mehr unmittelbar nöthig, wie zum Leben überhaupt. Dagegen spricht freilich die Erfahrung, dass das Chyluscoagulum sich in seltenen (von mir noch nicht beobachteten) Fällen an der Luft etwas röthet. Die Beobachtung, dass der Pferdechylus (selten der Chylus anderer Thiere, wenn er rein gewonnen ist), im ductus thoracicus etwas röthlich ist, kann man vor der Hand noch nicht wohl benutzen zur Entscheidung, ob vielleicht schon in dem lymphatischen System die Bildung des Blutroths beginne, da gar leicht aus dem Venenstamme einige Blutkörperchen in den ductus thoracicus treten und mit dem Chylus sich vermengen können. Goeze's Beobachtung, welche Treviranus anführt, dass das Blut

der erstarrten Frösche im Winter weisslich sey, habe ich niemals an aus der Erde gegrabenen Fröschen bestätigt gefunden, obgleich ich fortwährend in der Winterzeit, wenn die Witterung das Ausgraben zuliess, ausgegrabene Frösche, freilich nicht erstarrt, erhielt.

Dass das Blut durch das Athmen eine zur Unterhaltung des Lebens nothwendige Veränderung erleidet, beweiset der Tod, der jedesmal eintritt, sobald diese Function unterbrochen wird. Die Natur dieses Einflusses lässt sich indess nicht weiter bestimmen; den ganzen Einfluss des Athmens auf die Bildung des Blutes können wir nicht im Einzelnen berechnen, wir haben keine Gelegenheit zu beobachten, ob das Blut ohne alles Athmen seine rothe Farbe und die damit verbundenen Veränderungen nicht annähme, ob sich keine Blutkörperchen bildeten, wir können immer nur einen ausserordentlich kleinen Bruch dieses Antheils beim Durchgange des Blutes durch die Lungen beobachten, wo das Blut, nachdem es in den Capillargefässen des Athemorganes dem Einflusse der atmosphärischen Luft oder bei Wasserthieren des lufthaltigen Wassers ausgesetzt ist, seine dunkelrothe Farbe in Hellroth verändert, welches letztere wieder in den Capillargefässen aller übrigen Theile des Körpers in Dunkelroth sich umwandelt. Allein leider kennen wir auch bei dieser Veränderung nur die Farbe, nicht die damit verbundene Umwandlung der Materie, wie sich aus der bei der Lehre vom Athmen folgenden Vergleichung des arteriösen und venösen Blutes ergeben wird.

Eben so wenig lassen die Untersuchungen über die Veränderung der Luft, worin geathmet wird, einen sichern Schluss zu, ob die, gegen das in der Luft verschwindende Sauerstoffgas ausgeathmete Kohlensäure durch Verbindung von Kohlenstoff des Blutes mit Sauerstoff der Atmosphäre entstehe (Lavoisier, Laplace), oder ob Sauerstoff an das Blut übergehe, und die etwa schon im Blute praeexistirende Kohlensäure ausgeathmet werde, welche in den Wegen der Circulation sich bildete (Hassenfratz und Lagrange). Aus den Verdauungsorganen kann sie unmöglich kommen, da Kohlensäure auch bei lange hungernden Thieren ausgeathmet wird. Der weitere Verfolg dieser Untersuchungen wird in der Lehre vom Athmen gegeben. Hier kann das Resultat derselben vorausgeschickt werden, dass sich die Veränderungen der Luft durch das Athmen nach den qualitativen Verhältnissen eben so gut erklären lassen, wenn man eine Bildung von Kohlensäure der ausgeathmeten Luft durch den eingeathmeten Sauerstoff der Atmosphäre und den Kohlenstoff des Blutes annimmt, als wenn man annimmt, dass der Sauerstoff ins Blut übergehe und im Blute überall oder vorzüglich in den Capillargefässen des Körpers mit dem Kohlenstoff des Blutes Kohlensäure bilde, die aus dem Blute ausgeathmet werde, wenn Sauerstoff an die Stelle tritt. Da indess bei allen Thieren und am meisten bei den Fischen mehr Sauerstoff aus der Luft oder aus dem lufthaltigen Wasser beim Athmen verschwindet, als auf die ausgeathmete Kohlensäure verwandt wird, so ist die Aufnahme eines Theils des aus der Luft beim Athmen entschwundenen Sauer-

stoffs in das Blut sehr wahrscheinlich, mag nun die eine oder die andere Theorie statthaft seyn. Der ins Blut übergehende Sauerstoff, welcher es hellroth macht, scheint in demselben gebunden zu werden, weil er sich nach neueren Versuchen nicht daraus entwickeln lässt. Der Stickstoffgehalt der Atmosphäre wird durch das Athmen nicht wesentlich verändert. Der Sauerstoff und die Befreiung des Blutes von einem Theil von Kohlenstoff sind daher die Ursache, welche das arterielle Blut zu dem alleinigen Reiz der belebten Organe machen. Venöses Blut, welches diese Veränderung nicht erleidet, wirkt auf die belebten Organe und besonders das Nervensystem tödtlich ein und nimmt ihre Erregbarkeit, gleich wie Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Kohlenwasserstoffgas und andere Gasarten, welche die Erregbarkeit der Organe aufheben und meist das hellrothe Blut dunkel machen. Cuvier (*Vergl. Anat.* 4. *p.* 147.) nimmt zugleich an, dass die arterielle Beschaffenheit im Blute schon auf dem Wege durch den Körper bis zu den Capillargefässen durch materielle Umwandlung abnehme, und erklärt daraus die geringere Vitalität der vom Herzen entfernteren Theile. Wir befinden uns hier wieder in einer völligen Ungewissheit, ob das venöse dunkelrothe Blut deswegen unfähig ist das Leben zu erhalten, weil es etwas nicht hat, was das arterielle hat, oder weil es eine bei der Wechselwirkung des arteriellen Blutes mit den Organen entstandene schädliche Combination der Elemente erlitten, die bei dem Athmen und durch Ausscheiden der Kohlensäure wieder hergestellt wird. Es bleibt immer sehr merkwürdig, dass das venöse Blut des Embryo der Säugethiere, obgleich er nicht im eigentlichen Sinne athmet, diesen schädlichen, gleichsam erstickenden Einfluss auf das Leben nicht hat, mag es nun seyn, dass diese schädliche Beschaffenheit des venösen Blutes, wegen des Mangels des Athmens und des Mangels der Wechselwirkung wahrhaft arteriellen Bluts mit den Organen, noch nicht sich bilden kann, oder weil das Athmen durch die Verbindung des Embryo mit der Mutter ersetzt wird.

Da das Blut durch das Athmen beständig Kohlenstoff verliert, so scheint hiedurch die relative Menge des Stickstoffs im Körper zuzunehmen. Cuvier glaubt, dass hiedurch die Animalisation der thierischen Stoffe zunehme, weil der Charakter der Thierheit der Azotgehalt der Substanzen ist. Wenn diess richtig wäre, so müssten die Theile eines lebenden Thieres mehr Stickstoff enthalten, als das Fleisch der Thiere, von dem sich ein anderes Thier nährt, was ein Widerspruch ist. Bei den Fleischfressern wäre das Athmen in dieser Hinsicht kein Vortheil, und die Pflanzenfresser müssten mehr Athmungsbedürfniss haben als die Fleischfresser, weil ihre Nahrungsstoffe weniger Stickstoff enthalten. Allein die bei dem Athmen durch Ausscheidung von Kohlenstoff relativ steigende Menge des Stickstoffs im thierischen Körper bleibt überhaupt nicht, denn beständig wird in dem Harn mit dem Harnstoff und der Harnsäure, welche mehr Stickstoff enthalten, als irgend ein thierischer Stoff, ein Ueberfluss von Stickstoff aus dem Körper ausgeschieden.

Den Einfluss der Milz, Nebennieren, Schilddrüse und Thymusdrüse auf die Blutbereitung kennt man durchaus nicht. Siehe das Nähere im 2. Buch 4. Abschn.

Die Abscheidungen gewisser Stoffe aus dem Blute, welche aus der organischen Oekonomie entfernt werden, haben einen grossen Antheil an der Erhaltung der reinen Mischung des Bluts. Hieher gehört die Ausscheidung überflüssiger oder unbrauchbarer eingeführter Theile, des Wassers (durch Lungen- und Hautausdünstung und Harn) oder der durch die Nahrungsstoffe eingeführten mineralischen Stoffe (meist durch den Harn) und der Stoffe, die einen Ueberfluss von Kohlenstoff, oder Stickstoff, oder Sauerstoff, oder Wasserstoff enthalten, durch die Lunge (Kohlensäure), oder durch die Leber (kohlenstoff- und wasserstoffreiche Verbindungen), oder durch den Harn (stickstoffreiche Verbindungen). Auch die Mischung des Blutes kann durch, im Organismus neu entstandene Zersetzungsprodukte, die das Blut in sich aufnimmt, gestört und die Ausscheidung nothwendig werden, wie es mit gewissen Bestandtheilen des Harns zu seyn scheint. Hienach begreift man, wie die einmal vorhandene Mischung sich erhält. Eine andere Frage ist, ob die Ausscheidung gewisser Stoffe aus den ins Blut geführten Nahrungsstoffen zur ursprünglichen Erzeugung der Blutmischung wesentlich beitrage.

Die Harnsäure des Harns, ein stickstoffreiches Produkt, gehört wohl unzweifelhaft zum Theil wenigstens hieher, da ihre Quantität im Harn schon allein durch stickstoffreiche oder Fleisch-Nahrung vermehrt wird, und da sie im Harn der pflanzenfressenden Säugethiere von Harnbenzoesäure ersetzt wird.

Der Harnstoff wird nach der Entdeckung von Prevost und Dumas nicht erst durch das Organ seiner Abscheidung, die Nieren, gebildet, sondern findet sich schon in dem Blute vor, wenn die Nieren exstirpirt worden sind, so dass diese Materie im gesunden Blute eben darum nicht gefunden wird, weil sie beständig daraus abgeschieden wird. Nach Exstirpation beider Nieren treten die Zufälle am dritten Tage ein, nämlich braune, reichliche und sehr flüssige Stuhlgänge und Erbrechen, Fieber mit erhöhter Temperatur bis 43° Cent., zuweilen Sinken bis 33°; der Puls wird klein, schnell, und steigt bis 200, das Athmen häufig, kurz, zuletzt schwer. Am fünften bis neunten Tage erfolgt der Tod, der in Mayer's Versuchen (Tied. u. Trevir. *Zeitschrift für Physiol.* 2. 2. 278.) schon in 10 — 30 Stunden nach Zittern und Convulsionen erfolgte. Man findet Ergiessung eines hellen Serums in den Hirnhöhlen, die Bronchien voll Schleim, die Leber entzündet, den Darm voll flüssigen, durch die Galle gefärbten Kothes, die Harnblase sehr zusammengezogen. Das Blut der operirten Thiere (Hunde, Katzen, Kaninchen) war wässeriger, und enthielt Harnstoff, der durch Alkohol ausgezogen wurde. 5 Unzen Blut eines Hundes, der 2 Tage ohne Nieren lebte, gaben über 20 Gran Harnstoff, 2 Unzen Katzenblut 10 Gran. *Biblioth. univers.* 18. 208. Meck. *Arch.* 8. 325. Vauquelin und Segalas haben diese Entdeckung bestätigt. Magend. *Journ. d. Physiol.* 2. 354. Meck. *Archiv.* 8. 229. Das Blut wurde getrocknet, der Rückstand ausgewaschen

das Wasser abgedunstet, der Rückstand mit Alkohol ausgezogen, und diese neue Auflösung wieder abgedunstet. Hiebei ist jedoch die Vorsicht nöthig, das Wasser in der Kälte und neben Schwefelsäure im leeren Raume verdunsten zu lassen. So erhielten sie aus dem Blut eines Hundes, dem 60 Stunden nach der Operation die Adern geöffnet wurden, $\frac{1}{400}$ Harnstoff. Der Harnstoff und die Harnsäure sind die stickstoffreichsten organischen Stoffe, die man kennt. Der Harnstoff enthält in 100 Thl. 46,65 Stickstoff, 19,97 Kohlenstoff, 6,65 Wasserstoff, 26,63 Sauerstoff. Von der Harnsäure weiss man noch nicht, ob sie schon im Blute vorhanden ist und das Zersetzungsprodukt nur ausgeschieden wird oder erst in den Nieren entsteht, obgleich bei den Gichtanfällen harnsaures Natron aus dem Blute in verschiedene Theile, z. B. in die Nähe der Gelenke, in Gichtknoten, abgelagert wird. Der Harnstoff kann nach Woehler's Entdeckung (wie pag. 3. angeführt wurde) künstlich gebildet werden, und enthält dieselben Bestandtheile, wie cyanichtsaures Ammoniak, oder nach der neuern, auf Woehler's und Liebig's Untersuchungen gegründeten Nomenclatur (Berz. *Jahresb.* 11), wie cyansaures Ammoniak. Die Harnsäure liefert nach Kodweiss bei allen Zersetzungen derselben mit Salpetersäure auch Harnstoff. Berz. *Thierch.* 702.

Da der Harnstoff im Blute selbst schon vorhanden ist, so kann man in Hinsicht seines Verhältnisses zum Blute annehmen: 1. dass er bei der Umwandlung der Nahrungsstoffe in die wesentlichen Bestandtheile des Blutes schon als eine unbrauchbare Combination entstehe, oder 2. dass er erst ein Zersetzungsprodukt der organisirten Theile sey. Das Erstere könnte man daraus schliessen, dass Tiedemann und Gmelin in einem ihrer Versuche mit dem Chylus das dem Osmazom des Chylus beigemischte Kochsalz statt in Würfeln in Octaëdern anschiessen sahen, während das Kochsalz in anderen dieser Fälle würflig war, der Harnstoff aber sonst die Krystallisationsform des Kochsalzes in Octaëder umwandelt. Tiedemann *und* Gmelin *Versuche über die Verdauung.* 2. 91. Allein andere Gründe machen diess unwahrscheinlich. Denn einiger Harn wird auch bei Monate lang hungernden Amphibien gebildet, und Lassaigne hat im Harn eines Verrückten, der 18 Tage hungerte, die Bestandtheile des gesunden Harns gefunden. *J. de chim. méd.* 1. 272. Ferner ist der Harn der pflanzenfressenden Thiere, deren Nahrung doch sehr wenig Stickstoff enthält, nicht arm an stickstoffreichen Bestandtheilen des Harns, wie Harnstoff. Es ist zwar gewiss, dass der Harn beständig Unbrauchbares aus den Nahrungsstoffen ausscheidet, sich nach der Nahrung verändert, z. B. mehr Harnsäure enthält bei Fleischnahrung. Bei mit stickstofffreien Stoffen genährten Vögeln enthalten die Excremente wenig weisse Materie, Harnsäure, viel weniger als bei Fütterung mit Eiweiss. Tiedemann u. Gmelin *die Verdauung.* 2. 233. Bei pflanzen- und fleischfressenden Thieren ist der Harn consequent verschieden (indem der Harn der pflanzenfressenden Säugethiere statt Harnsäure, Harnbenzoesäure enthält und statt sauer alkalisch ist, und der Harn der Vögel saures harnsaures Ammoniak, der Harn der pflanzen-

fressenden Vögel aber keinen Harnstoff enthält); aber es ist doch unzweifelhaft, dass gewisse Bestandtheile des Harnes auch von Zersetzung des Blutes oder der organisirten Theile entstehen. Da es also gewiss scheint, dass die Produkte des Harnes nicht allein zur Erzeugung der Mischung des Blutes aus dem Blute ausgeschieden werden, so kann man sich vorstellen, dass Harnstoff entweder durch das Unbrauchbarwerden der Bildungstheilchen des Blutes, oder der Organe entsteht, oder dass bei der zum Leben nothwendigen Wechselwirkung des arteriellen Blutes mit den Organen, entweder gewisse Bestandtheile des Blutes, oder der Organe zu unbrauchbaren Combinationen, d. h. zersetzt werden. Das Letztere wird deswegen unwahrscheinlich, weil der Embryo auch wenigstens Harnsäure bildet, die sich in der Allantoïs nicht allein der Vögel, sondern auch bei Säugethieren findet, die Säugethierfoetus aber im Uterus der Mutter, dem eigentlichen Sinne des Wortes nach, nicht athmen, wenn das Athmen auch durch die Verbindung mit der Mutter ersetzt ist. Uebrigens fängt die Bildung von Zersetzungsprodukten schon ausserordentlich frühe bei dem Embryo an. Zwar bilden sich die Nieren in dem bebrüteten Vogelei erst gegen den sechsten Tag, und bei dem Embryo der Fische und Salamander nach meinen Untersuchungen erst nach dem Embryonenzustand im Larvenzustand; allein ausserordentlich frühe sind andere Ausscheidungsorgane an der Stelle der Nieren, die von Rathke und mir genau beschriebenen Wolff'schen Körper, bestehend aus hohlen, zu einem Ausführungsgange verbundenen Blinddärmchen, Organe, die sich beim Vogelembryo schon am dritten Tage bilden, nach meinen Beobachtungen vom Vogelembryo später ein wirkliches gelbes, dem Vogelharn ähnliches Sekret aussondern, während die Allantois der Vögel zugleich nach den ersten Tagen der Bebrütung schon Harnsäure enthält, wie Jacobson (Meckel's *Archiv* 8. 332.) entdeckt hat. Diese Organe sind bei dem Embryo aller Wirbelthiere mit Ausnahme der Fische vorhanden, sie verschwinden bald früher, bald später, bei den nackten Amphibien erst mit dem Larvenzustand, bei den Vögeln um die Zeit des Auskriechens und später, bei den Säugethieren sehr früh und bei dem Menschen am aller frühesten: J. Mueller, *Bildungsgeschichte der Genitalien. Düsseldorf* 1830.

Durch die Haut verliert das Blut an Zersetzungsprodukten Milchsäure und milchsaures Ammonium, salzsaures Ammonium, Kohlensäure. Die Milchsäure, die auch im Harne ausgeschieden wird, ist nach Berzelius ein allgemeines Produkt der freiwilligen Zerstörung thierischer Stoffe innerhalb des lebenden Körpers; sie bildet sich in grosser Menge in den Muskeln, wird vom Blute und dessen Alkali gesättigt, und in den Nieren mit saurem Harne abgeschieden.

Die Galle spielt eine wichtige, nicht näher gekannte Rolle in der Umwandlung der Nahrungsstoffe im Darme. Ihre Ergiessung in denjenigen Theil des Darmes, wo die Bildung des Chymus vollendet wird, bei Wirbelthieren und Mollusken beweist, dass sie nicht bloss exkrementiell ist; übrigens wird der quantitativ wichtigste Bestandtheil der Galle, das Pikromel, offenbar auf die Um-

wandlung des Chymus verwandt, da es sich unter den Excrementen nicht vorfindet. Aber die Galle enthält gewiss auch excrementielle Stoffe, von welchen das Blut befreit wird, und die wesentliche Theile der Darmexcremente sind, wie das Gallenharz, das Gallenfett und der Färbestoff der Galle, wovon sich wiederum keine Spuren in dem Chylus vorfinden. Das Blut wird daher durch die Leber von einem Ueberschuss von kohlenstoff-wasserstoffigen Bestandtheilen und von Fett befreit, während in den Nieren ein Ueberschuss von überstickstoffreichen Bestandtheilen ausgeschieden wird. Von den excrementiellen Stoffen der Galle ist der Farbestoff derselben stickstoffhaltig. Die Lungen und die Leber können insofern verglichen werden, als beide kohlenstoffhaltige Produkte ausscheiden, erstere jedoch im comburirten Zustande, Kohlensäure, letzte im combustibeln Zustande. Schon ältere Naturforscher, in der neuern Zeit Autenrieth, und besonders Tiedemann und Gmelin haben auf ein gewisses Wechselverhältniss zwischen Lungen und Leber aufmerksam gemacht. Obgleich es sich nicht durchführen lässt, dass die Grösse der Leber im umgekehrten Verhältnisse mit dem Athmungsorgane in der Thierwelt wachse, so sprechen doch pathologische Beobachtungen für eine solche Beziehung.

Die excernirende Thätigkeit der Leber zeigt sich auch unter Umständen, wo nicht verdaut wird. Denn obgleich das Fruchtwasser von dem Foetus in der spätern Zeit verschluckt wird, so ist doch die Leber sehr früh ausgebildet und sondert ab, und die Galle, wenn gleich weniger bitter und gefärbt, enthält nach Lassaigne (*ann. de chim. et de phys.* 17. 304.) eine grüne harzige Materie und einen gelben Farbestoff, aber kein Pikromel. In der That sammelt sich die excrementielle Galle des Foetus mit Darmschleim vermischt im untern Theile des Darmes als sogenanntes Mekonium an. So dauert nach Tiedemann's und Gmelin's Untersuchungen die Absonderung der Galle in dem Darme bei winterschlafenden Thieren fort. Diese Naturforscher führen auch an, dass nach Cuvier's Beobachtung in mehreren Mollusken nur der kleinste Theil der Galle in den obern Theil des Darmes ergossen, und die übrige Galle durch einen besondern Ausführungskanal entweder in den Blinddarm, wie bei Aplysia, oder gar in die Nähe des Afters, wie bei Doris und Tethys, ausgeleert werde. Hier muss ich jedoch bemerken, dass es noch sehr zweifelhaft ist, ob das Secret, welches bei den letztern in die Nähe des Afters ausgeschieden wird, Galle ist, und dass es keinesweges der grösste Theil derselben seyn kann. Nach meinen Untersuchungen an mehreren grossen Doris fand ich den merkwürdigen Ausführungsgang, den Cuvier entdeckt hat. Er scheint aber nicht wie die Gallenkanäle, aus den traubenförmigen Bläschen der Leber, sondern mit vielen Aesten, die zum Theil zwischen den Lappen der Leber verlaufen, aus einem netzförmigen Gewebe, welches sich über die Oberfläche der ganzen Leber ausdehnt, zu entspringen, während ein grosser Stamm aus dem Innern der Leber hinzukömmt. Mir scheinen hier zweierlei Ausscheidungen aus dem Blute, welches sich in die Masse der Leber verbreitet,

statt zu finden, während die Apparate der Umwandlung des Blutes in zwei verschiedene Secrete doch vielleicht verschieden sind. Dem Orte der Ausmündung nach hat jener Gang viel Aehnlichkeit mit dem Ausführungsgange des saccus calcareus der Schnekken, aber ihr Ursprung ist freilich sehr verschieden.

Die Häufigkeit der Leberkrankheiten in den heissen Climaten und Jahreszeiten, so wie auch die der Darmkanalaffectionen unter denselben Bedingungen, die Häufigkeit der Leber- und Unterleibsaffectionen bei feuchter und Sumpf-Luft sind noch ein Räthsel. Könnte man sich erklären, wie diese Umstände den Kreislauf erschweren, und Stockungen des Blutes veranlassen, so wäre freilich leicht einzusehen, warum Leber und Darmkanal hiebei am meisten leiden, weil die Circulation in diesen Eingeweiden doppelt erschwert werden muss; indem das Darmvenen- und Pfortaderblut nicht sogleich wieder in den allgemeinen Kreislauf gelangt, sondern erst die Leber zu durchkreisen hat. Vergl. Tiedemann und Gmelin *die Verdauung.* II. Theil. Tiedemann und Gmelin behaupten, dass die vermehrte Gallenabsonderung in tropischen Climaten die verminderte Purification des Blutes in den Lungen compensire, welche Mehrere von der Verdünnung der Luft in Folge der Hitze ableiten. Stevent (*observ. on the healthy and diseased properties of the blood, London* 1832. *p.* 59.) hält diese Annahme für unrichtig. Denn in Westindien, wo die kleinsten Inseln die trockensten und heissesten seyen, wo aber stagnirende Wasser fehlen, seyen die Einwohner frei von Leberkrankheiten oder vermehrter Gallenabsonderung, und diese seyen in heissen Climaten nur bei Sumpfluft herrschend.

II. Abschnitt. Von dem Kreislaufe des Blutes und von dem Blutgefässsystem.

I. Capitel. Von den Formen des Gefässsystems in der Thierwelt.

Die organisch-chemischen Veränderungen des Blutes in einzelnen Theilen, und die Nothwendigkeit dieser Veränderungen des Blutes für alle Theile, machen den Kreislauf des Blutes unentbehrlich. Die Haupttriebfeder dazu ist die rhythmische Bewegung des Herzens. Das Herz ist derjenige Theil des Gefässsystems, welcher durch Muskelsubstanz, die den Blutgefässen sonst fehlt, contractil ist. In der einfachsten Form ist das Herz daher selbst noch gefässartig, wie die gefässartigen mehrfachen Herzen der Anneliden, welche zugleich die Hauptgefässstämme sind, die contractilen Gefässstämme auf dem Darm der Holothurien, das in

eine Reihe von communicirenden Kammern getheilte Rückengefäss der Insekten. Wie richtig diese Ansicht ist, sieht man sehr deutlich bei einzelnen Abtheilungen der Krebse, z. B. den Squillen, deren Herz ein contractiles Rückengefäss ist, während dasselbe Herz bei den Dekapoden eine kurze und umschriebene Kammer darstellt.

Bei dem Embryo der höheren Thiere ist das Herz anfangs schlauchartig, und nichts Anderes als eine contractile Umbiegung der Venenstämme in den Arterienstamm. Ja selbst beim Erwachsenen rechtfertigt sich diese Ansicht noch. Das Herz besteht hier bei den höheren Thieren aus einem kurzen doppelten muskulösen Schlauche, aber die contractile Substanz verbreitet sich noch eine Strecke auf die einmündenden Venenstämme, und bei den Fischen und Amphibien sogar noch auf einen Theil des Truncus arteriosus, den sogenannten Bulbus aortae. Dass sich die Stämme der Hohlvenen regelmässig wie das Herz selbst zusammenziehen, kann man beim Frosche unzweifelhaft sehen. Haller, Spallanzani und Wedemeyer haben diess schon gesehen. Haller, *elementa physiol.* *T.* 1. 125. Die Zusammenziehung erstreckt sich, wie ich sehe, an der untern Hohlvene bis an die Leber, und dauert noch an den Venenstämmen rhythmisch fort nach Entfernung des Herzens. Zuerst ziehen sich die Hohlvenen, dann die Vorhöfe, dann die Kammer, dann der Bulbus aortae zusammen. Dieselbe Erscheinung von Contraction der Venenstämme habe ich bei Säugethieren beobachtet, sowohl beim jungen Marder als bei der jungen Katze, wo die Zusammenziehung der Hohlvenen und der Lungenvenen aber gleichzeitig mit der Zusammenziehung der Vorhöfe ist. So weit man die Lungenvenenstämme in die Substanz der Lungen verfolgen kann, sieht man beim jungen Thiere die deutlichste Zusammenziehung der Lungenvenen, die nur nach Quetschung dieser Venen aufhört. Eben so deutlich ist die Zusammenziehung des Anfanges der obern Hohlvene am Herzen; aber man kann während der Zusammenziehungen deutlich sehen, wie weit sich die contractile Substanz der Hohlvene erstreckt. Ueber diese Grenze hinaus zeigt der übrige Theil der Hohlvene keine Spur von Zusammenziehung, und ist vielmehr vom Blute strotzend und erweitert, zur Zeit, wo die an den rechten Vorhof stossenden Theile der Hohlvenen zusammengezogen sind. An dem Anfangsstücke der Hohlvenen der Schlangen hat Retzius, und an der untern Hohlvene der Säugethiere hat E. H. Weber eine Schichte eigenthümlicher Fasern beschrieben.

Diese Beobachtungen zeigen, dass das Herz in seiner einfachsten Form nur der mit Muskelsubstanz belegte, activ bewegende Theil des Gefässsystems ist, dass es immer noch Herz bleibt, wenn es auch bei den niederen Thieren nur einen contractilen Gefässstamm darstellt. Der übrige Theil des Gefässsystems besteht nur aus Röhrenleitungen, die in Hinsicht der Bewegung passiv sind, aber andere wichtige Einflüsse haben können, z. B. dass sie durch einen nicht näher gekannten Einfluss das Blut flüssig erhalten, obgleich stillstehendes Blut auch in den Ge-

fässen gerinnt, und den Stoffwechsel durch ihre Wandungen vermitteln.

Die Circulation des Blutes (im Jahre 1619 von Harvey bei den höheren Thieren entdeckt) bewährt sich mit dem Fortschritte der Beobachtungen immer mehr, auch bei den einfachen Thieren, obgleich man sie noch nicht für einen allgemeinen Charakter aller Thiere erklären kann. Aber je weiter die Beobachtungen fortschreiten, je mehr entdeckt man Spuren von Gefässen bei den einfachsten Thieren. Ehrenberg hat sie von den Räderthierchen beschrieben, und die mikroskopische Kleinheit scheint eine solche Zusammensetzung nicht auszuschliessen.

Im Folgenden habe ich das Hauptsächlichste unserer mehr sicheren Kenntnisse über die Formen des Gefässsystems zusammengestellt. Bei mehreren niederen Thieren giebt es kleine cirkelförmige Kreisläufe von Körnchen, ähnlich wie bei den Charen. Diese Cirkelbewegungen scheinen von einem Herzen unabhängig zu seyn und durch Wimperbewegung bedingt zu werden. Hieher gehören die von Nordmann in der Hülse der Alcyonella diaphana, die von Carus unter den Ambulacra der Seeigel beobachteten kleinen abgeschlossenen Kreisläufe; die von Ehrenberg beobachteten Cirkelbewegungen von Körnchen bei den Medusen und in den einziehbaren Fasern auf den Rücken der Asterien. Muell. *Arch.* 1834. 571. Die auf- und absteigenden Bewegungen in dem Stamme der Sertularinen, die Meyen (*Nov. act. nat. cur. Vol.* 16. *Suppl.*) und Lister (*Philos. Transact.* 1834.) beobachteten, sind ein Phänomen anderer Art. Nach Lister hängen diese Strömungen mit dem Magen zusammen und verändern von Zeit zu Zeit ihre Richtung. Hält man die Höhlung des Stammes dieser Polypen mit Ehrenberg für den Verdauungsschlauch, so verlieren jene Bewegungen ihr Interesse in Hinsicht der Lehre von der Circulation. Bei einigen niederen Thieren mit verzweigtem Gefässsystem wird die Bewegung der Säfte gleichwohl noch nicht durch ein Herz oder Zusammenziehung der Gefässe, sondern durch Wimpern an den Wänden der Gefässe bedingt. Dahin gehören das von Nordmann (*mikrograph. Beitrage* 1832) beobachtete Diplozoon und andere Entozoen, so wie Ehrenberg's Turbellarien. Ehrenberg und v. Siebold haben die Ursache dieser Bewegungen in schlagenden Wimpern erkannt. Muell. *Arch.* 1836. *Jahresb. CXXXVI.*

Bei den Medusinen geschieht die Verbreitung der Säfte durch gefässartig verzweigte Magensäcke. Bei den Planarien und Saugeingeweidewürmern, Trematoda, giebt es auch einen gefässartig verzweigten Darm. Bei den niederen Thieren, deren Kreislauf man genauer beobachtet hat, bei Echinodermen und Hirudineen ist die Bluthewegung durch einfache, doppelte oder mehrfache contractile Gefässstämme bewerkstelligt. Die Gefässstämme sind aber keine Arterien- und Venenstämme, sondern zum Theil contractile Herzen, die das Blut in die Zwischengefässe treiben.

Das von Tiedemann bei den Holothurien entdeckte Gefässsystem gemeinschaftlich auf dem Darmkanale und dem Athemor-

gan scheint hierhin zu gehören (in der Haut ist überdiess ein eigenes System von Wasserkanälen zur Anschwellung der Fühlwärzchen.) *Anatomie der Röhrenholothurie etc.* Bei den Würmern mit rothem Blute giebt es auch noch keinen deutlichen Unterschied von Arterien- und Venenstämmen, sondern einfache, doppelte und mehrfache contractile Gefässstämme, welche sich abwechselnd bald füllen, bald zusammenziehen, und das Blut durch die zwischenliegenden Aeste und Gefässnetze treiben. Die Zusammenziehungen der Gefässstämme schreiten in einer gewissen Richtung vorwärts, und treiben das Blut nach Duges in den grösseren Gefässstämmen im Kreise herum; entweder in horizontaler Richtung, wie bei den Hirudineen, wo die Hauptstämme zu beiden Seiten liegen, oder in vertikaler Richtung, wo die Hauptstämme oben und unten liegen, wie bei den Lumbricinen, Arenicolen, Naiden. Zu gleicher Zeit wirft sich das Blut abwechselnd durch die Quergefässe von einer zur andern Seite, indem der eine Stamm gefüllt wird, während der andere sich contrahirt, wie man diess von Hirudo vulgaris weiss. Siehe J. Mueller, Meckel's *Archiv* 1828. und meine Beobachtungen über *Arenicola* in Burdach's *Physiologie. Bd.* 4., über die Würmer überhaupt Duges *Ann. des sc. nat. T.* 15. Es giebt bei diesen Thieren einen unvollständigen Kreislauf (durch die Stämme), und zugleich alternirende Fluctuation. Ich glaubte zu sehen, dass bei Hirudo vulgaris beide Seitengefässe abwechselnd von hinten nach vorne zu leer werden. Duges dagegen behauptet, dass die Bewegung im Kreise herum gehe. Die Athemorgane der Anneliden sind mannigfach, Kiemenbüschel, wie in den Arenicolen, oder Lungenbläschen, und erhalten ihr Blut wie die übrigen Organe von Aesten der Hauptgefässe. Die Nereiden haben nach R. Wagner zwei Längsstämme, einen auf dem Rücken, der von hinten nach vorn das Blut treibt und pulsirt, den zweiten am Bauche, unter dem Darme (oder dem Nervenstrange), der nicht pulsirt oder sich contrahirt; ausserdem finden sich Quergefässe, obere und untere für die Leibesringe; letztere pulsiren herrlich und entspringen aus dem Bauchlängsstamme, sie gehen in die Ruderplatten oder Füsse (Kiemen); aus diesen entspringen die oberen nicht pulsirenden, die zum Rückenstamme gehen. Bei den Thieren mit e i n e m contractilen Gefässstamme giebt es einen vollständigen einfachen Kreislauf ohne Fluctuation mit arteriösen und venösen Strömen. So bei den Insekten, wo Carus den einfachen Kreislauf vom contractilen Rückengefässe aus und hinten zum Rückengefässe zurück entdeckt hat. Carus *Entdeckung eines Blutkreislaufes etc. Leipz.* 1827. *Nov. act. nat. cur. T.* 15. *p.* 2. Die Strömchen sind sehr einfach und ohne Verzweigung; die Füsse z. B. haben nur zwei einfache entgegengesetzte Ströme, die unmittelbar in einander umbiegen. Gefäsströme der Organe sind noch nicht bekannt. Doch habe ich schon im Jahre 1824 den Zusammenhang der Eierröhren mit dem Rückengefässe oder Herzen vieler Insekten entdeckt und beschrieben. *Nov. act. nat. cur. T.* 12. 2. Vergl. Wagner *Isis* 1832. 320. Wagner hat diese Verbindungen bestätigt; er hält sie aber mit Carus, Treviranus

und Burmeister nicht für Blutgefässe. Die Erklärung ist ungewiss, die Thatsachen sind unzweifelhaft, obgleich ich selbst jene Verbindungen bei zwei Insekten vermisst habe. Wagner hat Carus Beobachtungen über den sichtbaren Kreislauf der Insekten nicht allein bestätigt, sondern auch erweitert, er hat die Blutkörperchen zu den Seiten des Darmes und Rückengefässes in zwei venöse Ströme vertheilt fliessen gesehen, wahrscheinlich ohne Gefässe, und sah zugleich Blutkörperchen von diesen Strömen aus in das Rückengefäss durch Seitenspalten eintreten, Schon Straus hat diese Seitenspalten an den verschiedenen Abtheilungen des Rückengefässes beschrieben. Nach Straus besteht das Rückengefäss des Maikäfers aus acht Kammern, die durch zweilippige, nach vorne gerichtete Klappen communiciren, und das Blut von hinten nach vorne durchtreten lassen. *Considérations générales sur l'anatomie des animaux articulés etc. Paris* 1829.

Einen fast eben so einfachen Kreislauf scheinen die einfachen Crustaceen (Asseln, Daphnien) nach Zenker und Gruithuisen, und die Spinnen zu besitzen. Die Lungen- oder Kiemen-Blutbahn ist noch nicht von der allgemeinen Blutbahn abgesondert. Bei diesen niederen Crustaceen und bei den Lungenspinnen athmet ein Theil des Blutes in dem Athemorgane während des Kreislaufes. Bei den Insekten und Luftröhrenspinnen athmet das Blut im ganzen Körper, da sich die Luftröhren in allen Theilen bis auf das feinste verzweigen. Bei den eigentlichen Krebsen giebt es entweder ein langes röhriges Herz, wie bei den Squillen, oder ein kurzes und breites, wie bei den übrigen Krebsen. Die venösen Ströme führen das Körpervenenblut erst in die Kiemen, die Kiemenvenen zum Herzen, das Herz zum Körper. Dass diese von Audouin und Edward's entdeckten Verhältnisse wirklich stattfinden, davon habe ich mich zu Paris am Hummer durch Injection überzeugt, und ich halte die häutige Decke über dem Herzen mit Meckel nicht für einen Vorhof, wofür ihn Straus nimmt. Siehe *Ann. des sc. nat.* 1827. *Tab.* 2. — 32.

Bei den Mollusken ist der Kreislauf ähnlich wie bei den Krebsen. Nur bei den schalenlosen Acephalen (Ascidien, Salpen) gehen die Kiemenvenen unmittelbar zur Kammer, bei anderen, wie bei den meisten Gasteropoden (Schnecken), gelangt ihr Blut zuerst zu einem Vorhof, und bei den zweischaligen Muscheln in zwei Vorhöfe, und von dort zur Kammer. Das Körpervenenblut gelangt bei den meisten Mollusken ganz in die Kiemen, bei den zweischaligen Muscheln (nach Bojanus *Isis* 1819.) gelangt ihr Körpervenenblut durch das von ihm für eine Lunge, von Neuern für eine Niere gehaltene hohle, mit einem Ausführungsgange versehene Organ, und dann grösstentheils in die Kiemen, während ein Theil sogleich, ohne erst durch die Kiemen zu gehen, in die Vorhöfe gelangt. Dagegen sagt Treviranus (*Erscheinungen u. Gesetze des organ. Lebens. I. p.* 227.), dass bei den zweischaligen Muscheln ein Theil des Kiemenvenenblutes von den Kiemen noch erst das schwammige Organ durchkreise, und dann zum Herzen gelange; so wie bei den Schnecken, Limax und Helix, das Lungenvenenblut zum Theil, ehe es zum Herzen gelange, zu dem

Harnsäure absondernden Organ (sacc. calcareus) gehe, und dann sich wieder sammele, um in den Vorhof zu gelangen.

Bei den Sepien unter den Mollusken sind 3 getrennte Kammern vorhanden, das Körperherz giebt die Körperarterie ab, die Körpervenen führen das Blut in 2 seitliche Kiemenherzen; von dort gelangt es durch die Kiemenarterien in die Kiemen und durch die Kiemenvenen wieder ins Aortenherz.

Sobald in der Thierwelt ein wahrer Kreislauf auftritt, hängen alle ferneren Modifikationen von dem Verhältnisse ab, welches die Gefässe des Athemorganes (Lunge oder Kieme) oder die Gefässe des kleinen Kreislaufes zu den Körpergefässen oder den Gefässen des grossen Kreislaufes haben. Entweder athmet nur ein Theil des Blutes während des grossen Kreislaufes, und der kleine Kreislauf ist nach Cuvier's Ausdruck nur ein Bruch des grossen, oder alles Blut muss zuerst den kleinen Kreislauf der Lungen oder Kiemen durchgehen, ehe es im Körper verbreitet wird. Im ersten Falle befinden sich unter den Wirbellosen die niederen Crustaceen (Spinnen?), Würmer, unter den Wirbelthieren die Amphibien. Im zweiten Falle sind die Mollusken, die eigentlichen Krebse, die Fische, Vögel, Säugethiere und der Mensch. Die Fische scheinen in dieser Hinsicht über den Amphibien zu stehen, und letztere sogar den Mollusken und Crustaceen untergeordnet zu seyn. Allein Cuvier bemerkt richtig, dass das Athmen im Wasser weit unvollkommener als in der Luft sey, und dass also das halbe Athmen der Mollusken, Krebse und Fische bei einem ganzen kleinen Kreislaufe im Resultate nicht abweiche von dem ganzen Athmen der Amphibien bei einem halben kleinen Kreislaufe. Die luftathmenden Schnecken scheinen nun immer noch höher zu stehen, als die luftathmenden Amphibien, insofern nur ein Theil des Blutes bei den letzteren, alles Blut bei den ersteren athmet. Allein das Blut vertheilt sich in den Lungen der Schnecken nur ganz unbedeutend gegen die Verästelung und den Gefässreichthum in den Lungen der Amphibien. Die nackten Amphibien athmen in der Jugend, so lange sie Larven sind, mit Kiemen aus Wasser, und da dann nur ein grosser Theil des Blutes athmet, bei den Fischen aber alles Blut, um in den Körper zu gelangen, durch die Kiemen muss, so sind die Larven der Amphibien allerdings hierin den Fischen untergeordnet. Diese Anordnung ist aber, wie wir sehen werden, nothwendig bei den Larven der Amphibien, wenn sich aus ihrem frühern Kiemenkreislaufe der spätere Lungenkreislauf ausbilden soll.

Die Mannigfaltigkeiten, welche die Natur in dem Ursprunge der Athemarterien und Athemvenen aus dem grossen Kreislaufe darbietet, sind sehr gross, und es scheinen selbst alle denkbaren Fälle dieses Verhältnisses von der Natur erschöpft zu seyn.

A. Der kleine Kreislauf ein Theil des grossen Kreislaufes.

1. Der kleine Kreislauf ein Theil des venösen Gefässsystems. Bei den zweischaligen Muscheln kehrt, wenn Bojanus Darstellung richtig ist, ein Theil des Körpervenenblutes unmittelbar zu den Vorhöfen, der grössere Theil durchkreist die Kiemen, und kehrt zu den Vorhöfen zurück. 2. Der kleine Kreislauf, ein Theil des

arteriösen Gefässsystems. Bei den Proteideen (Proteus) unter den nackten Amphibien, und bei den Fröschen und Salamandern im Larvenzustande geben die Aortenbogen die Kiemenarterien als Seitenäste ab, und nehmen die Kiemenvenen als Seitenäste auf. 3. Der kleine Kreislauf, ein Theil des arteriösen und venösen Gefässsystems. *a*) Die Salamander und Frösche haben in der späteren Zeit Lungen, keine Kiemen mehr, die Proteideen haben Kiemen und Lungen durchs ganze Leben. Bei beiden sind die Lungenarterien Aeste von Aortenbogen, die Lungenvenen gehen zum linken Vorhof, die Körpervenen zum rechten Vorhof, wie J. Davy, Martin St. Ange und M. Weber entdeckt haben. *b*) Bei den beschuppten Amphibien geht die art. pulm aus dem Hauptarterienstamme, oder aus der Herzkammer selbst mit den anderen Arterien hervor, Kiemenvenen zum linken, Körpervenen zum rechten Vorhof der einfachen Herzkammer.

B. Der kleine Kreislauf im Gegensatz des grossen Kreislaufes.

1. Der kleine Kreislauf entstehend aus den Körpervenen und rückkehrend zum Herzen: Mollusken, Krebse. 2. Der kleine Kreislauf mit den Kiemenarterien entstehend aus dem Arterienstiele des Herzens, und rückkehrend durch die Kiemenvenen zu einem neuen Arterienstamme für den übrigen Körper: Fische. Ein Vorhof der Körpervenen, eine Kammer. 3. Der kleine Kreislauf entstehend aus der Lungenkammer, rückkehrend zur Kammer des grossen Kreislaufes. *a*) Bei den Sepien sind das Aortenherz und die beiden Kiemenherzen von einander getrennt, und ohne Vorhöfe. *b*) Bei den Vögeln, Säugethieren und dem Menschen giebt es eine Lungen- und eine Körperarterienkammer, beide mit einem Vorhofe; diese Herzen bilden ein vereinigtes Ganze, die Venae pulmonales münden in den Vorhof der Aortenkammer oder in den linken Vorhof, die Körpervenen in den Vorhof der Lungenkammer oder in den rechten Vorhof.

Ein grosses physiologisches Interesse bietet bei den Wirbelthieren die Umwandlung des Kiemenkreislaufes in den Lungenkreislauf dar, die man in der Classe der Amphibien zu beobachten Gelegenheit hat. Das Herz der Fische hat einen Vorhof für die Aufnahme der Körpervenen, und eine Kammer, aus welcher der Truncus arteriosus mit einem contractilen Bulbus entspringt. Der Truncus arteriosus theilt sich ganz in die Kiemenarterien, die Kiemenvenen treten zu den Körperarterien zusammen und bilden die Aorta abdominalis an der Vorderseite der Wirbel. Alle nackten Amphibien haben zwei nur innerlich getrennte Vorhöfe und eine Kammer, zwei Condyli occipitales, kein Drehgelenk zwischen Atlas und Epistropheus, keine Gehörschnecke, keine Fenestra rotunda, keinen Penis, keine wahren Rippen; alle beschuppten Amphibien (Crocodile, Eidechsen, Schlangen, Schildkröten) haben zwei selbst äusserlich getrennte Vorhöfe und eine Kammer, einen Condylus occipitalis, ein Drehgelenk des Atlas und Epistropheus, wie die höheren Thiere, eine Gehörschnecke und Fenestra rot., wahre Rippen, deutlichen Penis und sind ohne Verwandlung. Alle nackten Amphibien scheinen in der Jugend

Kiemen zu haben, die nur bei den Proteideen durchs ganze Leben bleiben; man kann sie in fünf Abtheilungen bringen.

I. Coeciliae, ohne Füsse und ohne Schwanz, wurmförmig. Sie haben in der Jugend eine Kiemengrube, worin zwei Kiemenspalten jederseits am Halse, wie ich an Coecilia hypocyanea entdeckt habe; später Lungen ohne Kiemen und ohne Kiemenlöcher. (Ihr Zungenbein behält 4 Paar Bogen, bei der Larve 5.)

II. Derotremata. Sie haben Extremitäten und sind geschwänzt, durchs ganze Leben jederseits ein Loch am Halse ohne wahre äussere oder innere Kiemen; sie athmen mit Lungen. 4 Füsse. Hieher gehören Amphiuma und Menopoma.

III. Proteidea. Sie haben Extremitäten und Schwanz und ausser den Lungen durchs ganze Leben Kiemenspalten am Halse mit äusseren büschelförmigen Kiemen. Siren, Menobranchus, Proteus, Axolotes.

IV. Salamandrina. Als Larven haben sie im ersten Stadium äussere Kiemen und Kiemenspalten, keine Beine, aber einen Schwanz; im zweiten Stadium haben sie ausser dem Schwanze 4 Extremitäten, wovon die vorderen zuerst hervorbrechen; zugleich äussere büschelförmige Kiemen und Kiemenspalten, und Rudimente von Lungen; sie gleichen also dann ganz dem bleibenden Zustande der Proteideen. Als erwachsene Thiere behalten sie den Schwanz, aber ihre Kiemen und Kiemenspalten verschwinden, wenn sie den Larvenzustand verlassen.

V. Batrachia (Frösche und Kröten). Diese sind in der ersten Zeit des Larvenzustandes geschwänzt und ohne Beine, haben Kiemenspalten, Kiemenbogen und äussere büschelförmige Kiemen; im zweiten Stadium verlieren sie die äusseren Kiemen und haben innere Kiemen an den Kiemenbogen, aber die Kiemen sind mit einer Membran bedeckt, welche nur eine Oeffnung an der linken Seite (Frosch) lässt; sie sind auch jetzt noch geschwänzt und ohne Beine. Bei der Verwandlung erhalten sie Beine, wovon die hintern zuerst hervorbrechen; sie verlieren die Kiemen, auch ihr Schwanz verschwindet ganz durch Resorption. So lange die Salamander und Frösche Larven sind, sind ihre Wirbelkörper an beiden Enden conisch ausgehöhlt, wie bei den Fischen; so sind sie bei den Coecilien, Derotremen und Proteideen durchs ganze Leben. Siehe J. Mueller in Tiedemann's *Zeitschr. für Physiol.* 4. 2., über das Herz der Amphibien siehe M. Weber *Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Bonn* 1832. Mayer *Analecten. Bonn* 1835. Bei den Proteideen (Proteus) theilt sich der Truncus arteriosus der einfachen Kammer sogleich in mehrere den Kiemenbogen entsprechende Aortenbogen für jede Seite, die sich hinten wieder zur Aorta abdominalis vereinigen. Von diesen Aortenbogen gehen die grossen Kiemenarterien aus, sie nehmen die Kiemenvenen wieder auf. Bei den Salamanderlarven vertheilt sich der Truncus arteriosus wie beim Proteus zum grössten Theil in die Kiemenarterien, diese anastomosiren mit den Kiemenvenen oder Wurzeln des Körperarteriensystems. Bei der Verwandlung zieht sich die Blutbahn von den Kiemen auf bleibende Aortenbogen zurück. Rusconi

amours des Salamandres. Milan 1821. Bei den Fröschen gleicht der Kiemenkreislauf in der ersten Zeit des Larvenlebens, wo sie äussere Kiemen haben, dem Kiemenkreislauf der Salamanderlarven, im zweiten Stadium, wo sie innere, bedeckte Kiemen haben und die Lungen sich zu entwickeln anfangen, vertheilen sich die Gefässe nach Huschke mehr wie bei den Fischen, der Truncus arteriosus vertheilt sich in die Kiemenarterien für 4 Kiemenbogen, die Kiemenvenen laufen den Arterien parallel und sammeln sich in entgegengesetzter Richtung, doch findet eine kurze Anastomose am Anfange jedes Kiemenbogens zwischen Arterie und Vene statt, die bei den Fischen fehlt. Nach der Umwandlung ist nur noch jederseits der Bogen übrig, der sich mit dem der andern Seite zur Aorta abdominalis vereinigt, und der die Art. brachialis hinten abgiebt. Die Lungenarterien und die Kopfgefässe sind aber nicht auch Aeste dieser Bogen, wie man gewöhnlich glaubt, sie scheinen nur vom Anfang jenes Bogens auszugehen; denn genau untersucht besteht jeder der 2 divergirenden Stämme, in welche sich der Truncus arteriosus theilt, aus drei verwachsenen Stämmen, deren Lumina nur durch dünne Septa getheilt sind, die Reste von den Arterien der Kiemenbogen, die nur verwachsen sind. Die mittlere dieser Röhren geht in die Aorta jederseits weiter, die untere giebt die Art. pulm. und ein Gefäss des Hinterkopfes, aber die obere geht in die Kopfgefässe über, welche bei ihrem Ursprung eine drüsenartige Anschwellung, die sogenannte Carotisdrüse, zeigen. Diese Drüse besteht aus feinen Verzweigungen des eintretenden Stammes, die sich aus der Drüse wieder zu einem Stamme sammeln, wie Huschke (*Zeitschrift für Physiologie* 4. 1.) gezeigt hat. Die Drüse ist nach ihm ein Rest vom Capillargefässsystem des ersten Kiemenbogens. Ich habe mich überzeugt, dass die Drüse im Innern hohl ist, und dass sich der eintretende Stamm bis zu dem austretenden durch ein schwammiges Gewebe, das an den Aussenwänden am dichtesten ist, fortsetzt, obgleich die äussere Oberfläche der Wände bei feiner Injection auch das von Huschke beschriebene Gefässnetz eintretender und austretender Gefässe zeigt. Die beschuppten Amphibien haben niemals Kiemen, und haben nur im Foetuszustande, wie alle übrigen Wirbelthiere, Zustände der Metamorphose. In der allerersten Zeit des Foetuslebens haben alle Embryonen am Halse Spalten und dazwischen bogenförmige Platten, in welchen die Aortenbogen verlaufen, die sich hinten wieder zu einem Stamme vereinigen. Diess hat Rathke entdeckt, man kann sich beim Embryo der Vögel am dritten Tage der Bebrütung davon überzeugen, wie ich gesehen. Etwas Aehnliches, nur weniger deutlich, findet auch bei den Säugethieren und dem Menschen, noch deutlicher aber bei den beschuppten Amphibien im Embryonenzustande statt. Diess sind jedoch keine Kiemen, wozu Kiemenblättchen gehören, sondern bloss Kiemenbogen, woraus bei den Fischen und nackten Amphibien wirklich durch Verästelung der Aortenbogen Kiemen werden, die aber bei allen übrigen Thieren, den beschuppten Amphibien, Vögeln, Säugethieren allmählig verschwinden und zu Hörnern des Zungenbeins

umgewandelt zu werden scheinen. Siehe über die Bedeutung dieser Theile Reichert in Muell. *Archiv.* 1837. Genug, dass bei allen Thieren im frühesten Zustande der Truncus arteriosus in Aortenbogen sich theilt. Diese Bogen bleiben sogar bei den beschuppten Amphibien durchs ganze Leben, zuweilen 2 auf jeder Seite (wie bei den wahren Eidechsen, auch Blindschleichen), zuweilen einer auf jeder Seite (wie bei den Schlangen). Bei den höheren Thieren, Vögeln, Säugethieren, Menschen, welche 2 Herzkammern und 2 Vorhöfe haben, giebt es nur im Foetuszustande mehrere Aortenbogen, und zwar anfangs jederseits mehrere, die sich hinten zur Aorta descendens vereinigen. Bei den Vögeln geben die vordersten von drei Bogen jeder Seite die Gefässe der vorderen Theile des Körpers, die hinteren Bogen die Lungenarterien ab, später bleiben durchs Foetusleben des Vogels 2 Arcus arteriosi (aus dem rechten Ventrikel), welche die Lungenarterien abgeben, und ein Arterienstamm aus dem linken Ventrikel, der die Gefässe der vorderen Theile des Körpers abgiebt und den Arcus aortae bildet. Nach dem Auskriechen des Vogels werden die Lungenarterien auch selbstständig, indem die Verbindung der Arcus arteriosi des rechten Ventrikels mit dem Arcus aortae des linken Ventrikels eingeht. S. Huschke *Isis* 1828. 160. Bei den Säugethieren und dem Menschen bleiben durchs ganze Foetusleben 2 Aortenbogen, die sich hinten zur Aorta descendens vereinigen, und wovon der eine aus dem linken Ventrikel entspringend die Gefässe der oberen Theile des Körpers abgiebt, der andere aus dem rechten Ventrikel entspringend die Lungenarterie abgiebt, welche letztere nach der Geburt selbstständig wird, während der Verbindungsbogen (ductus Botalli) für den bleibenden Arcus ventriculi sinistri oder den bleibenden Arcus aortae schwindet. Da beim Foetus anfangs mehrere Arterienbogen jederseits vorhanden sind, so begreift man, wie es kommt, dass der bleibende Arcus aortae bei den Vögeln und Säugethieren verschieden ist, bei ersteren von rechts, bei letzteren von links sich hinter die Speiseröhre wendet. Beim Foetus stehen übrigens auch beide Vorhöfe mit einander in Communication durch das foramen ovale. Wenn diess Loch oder der Ductus Botalli nach der Geburt krankhafter Weise offen bleiben, entsteht Vermischung des arteriösen und venösen Blutes und die Blausucht.

Bei den warmblütigen Wirbelthieren ist der kleine Kreislauf der Lungen kein Theil des grossen mehr, sondern alles Blut muss durch die Lungen, wenn es in den übrigen Körper gelangen soll. Indessen besitzen diese höheren Thiere so gut wie alle übrigen Wirbelthiere einen kleinsten Kreislauf des Blutes, der ein blosser Anhang des grossen ist, den Pfortaderkreislauf. So wie der Kiemenkreislauf der mit Kiemen versehenen nackten Amphibien als ein blosser Anhang der Arterien von diesen beginnt und in die Arterien zurückkehrt, so ist der Pfortaderkreislauf ein blosser Anhang der Venen, ein Umweg, den ein Theil des Venenblutes macht, ehe es zum übrigen Venenblut gelangt. Es giebt bei den Wirbelthieren 2 Pfortadersysteme, das der Nieren und das der

Leber; ersteres kömmt nur bei den Fischen und Amphibien vor, letzteres bei Allen, wie beim Menschen. Bei dem Menschen und den Säugethieren bilden die Venen der Milz, des Magens, des Darmkanals, Mesenteriums, der Gallenblase und des Pankreas die in der Leber nach Art einer Arterie sich verzweigende Pfortader; aus den Capillargefässen der Leber, zu welchen auch das Blut der Art. hep. strömt, kehrt das Blut durch die Lebervenen in die Vena cava inf. zum übrigen Venenblute. Bei den Vögeln, Amphibien und Fischen geht zur Pfortader der Leber auch ein Theil des Blutes der untern Extremitäten, des Schwanzes, des Beckens, bei den Fischen zuweilen auch der Schwimmblase. Jacobson, Nicolai, Rathke. Bei den Amphibien, die ausser den Nierenarterien auch Pfortadern der Nieren haben, geht zu diesen ein Theil des Blutes der hinteren Extremitäten und des Schwanzes. Hier geht das Blut der hinteren Extremitäten, der Bauchmuskeln, des Schwanzes zur Pfortader der Leber und zu den Pfortadern der Nieren, und zwar bei einigen Amphibien, wie Fröschen und Salamandern, zu diesen Eingeweiden allein, bei anderen (Crocodilen) zum Theil zur Vena cava. Bei den Fischen geht das Blut des Schwanzes und des mittlern Theiles des Bauches bald allein zu den Nieren, wie im Gadus; bald geht das Blut der hinteren Theile zu den Nieren, zur Leber und Vena cava, wie im Karpfen, Hecht, Barsch. Die Pfortader der Leber erhält bei mehreren Fischen zuweilen auch die Venen der Genitalien und Schwimmblase, zuweilen gehen diese mit den rückführenden Nierenvenen zur Vena cava. Jacobson Meck. *Arch.* 1817. 147. Nicolai *Isis* 1826. 404. Meckel, der die zuführenden Venen der Nieren auch für zurückführende hält, stützt sich vorzüglich auf die Vögel, wo Jacobson auch zuführende Nierenvenen beschrieben hatte; allein die Nichtexistenz derselben bei den Vögeln, die schon von Nicolai bewiesen wurde, ist kein Grund für die Nichtexistenz derselben bei den Amphibien und Fischen, wo sie Nicolai bewiesen hat. Beim Frosch geht das Blut der Bauchhaut fast ganz zur obern Hohlvene. Eine ausführlichere Beschreibung der Formen des Kreislaufs gab ich in Burdach's *Physiologie B.* 4. Vergl. Schultz *System der Circulation. Stuttgardt* 1836.

II. Capitel. Von den allgemeinen Erscheinungen des Kreislaufs.

Das Herz des erwachsenen Menschen im mittlern Alter zieht sich 70—75mal in der Minute zusammen, in der Jugend häufiger, im Alter seltener; z. B. beim Embryo ist die Zahl der Schläge 150, nach der Geburt 140—130, im ersten Jahr 130—115, im 2. Jahr 115—100, im 3. Jahr 100—90, im 7. Jahr 90—85, im 14. Jahr 85—80, im Greisenalter 65—50. Beim sanguinischen Temperament ist der Herzschlag etwas häufiger als beim phlegmatischen; ebenso beim weiblichen Geschlechte. Bei den Thieren variirt die Zahl der Herzschläge sehr. Bei Fischen

hat man 20—24 Schläge beobachtet, beim Frosch gegen 60, bei Vögeln 100—140, beim Kaninchen 120, bei der Katze 110, beim Hund 95, beim Schaf 75, beim Pferd 40.

Nach dem Essen ist der Herzschlag häufiger, noch mehr bei körperlichen Anstrengungen; seltener ist er im Schlaf. Nach PARROT steigt die Frequenz des Pulses, die in der Meeresfläche 70 betrug, bei 1000 Metres darüber auf 75, bei 1500 auf 82, bei 2000 auf 90, bei 2500 auf 95, bei 3000 auf 100, bei 4000 auf 110. FRORIEP's *Notizen* 212. Vergl. NICK *über die Bedingungen der Heufigkeit des Pulses. Tüb.* 1826. In Entzündungen und Fiebern ist der Puls viel häufiger als sonst; wenn die Kräfte abnehmen, häufig und schwach. In Nervenaffektionen mit mehr Unterdrückung als Erschöpfung der Kräfte ist der Puls oft auffallend langsamer.

Wird das Herz eines lebenden Säugethieres oder Vogels blossgelegt, so sieht man, dass die beiden Herzkammern sich gleichzeitig zusammenziehen, dass die beiden Vorhöfe mit dem Anfang der Lungenvenen- und Körpervenenstämme sich auch gleichzeitig zusammenziehen, und dass die Zusammenziehung der Vorhöfe nicht gleichzeitig ist mit der Zusammenziehung der Kammern. Bei warmblütigen Thieren geht die Zusammenziehung der Vorkammern schnell vor der Zusammenziehung der Kammern vorher. Die kaltblütigen Thiere haben nur eine Kammer und zwei Vorhöfe, aber die nackten Amphibien und vielleicht alle Amphibien haben gleich den Fischen einen Theil, den die warmblütigen Thiere nicht haben, nämlich einen contractilen Bulbus der Aorta. Nach meinen Beobachtungen folgen sich die Contractionen der Venenstämme, der Vorhöfe, der Kammer und des Bulbus aortae beim Frosch in der Ordnung, wie sie genannt sind, so dass die Zwischenzeiten bei diesen 4 Momenten fast gleich sind; die Zwischenzeit von der Contraction der Vorhöfe zur Contraction der Kammer ist eben so gross, wie die Zwischenzeit zwischen der Contraction der Kammer und der des Bulbus. Ich habe mich wiederholt überzeugt, dass Vorhöfe und Kammer nicht in gleichen Zwischenzeiten wie die Bewegungen eines Pendels abwechseln, wie OESTERREICHER (*Lehre vom Kreislauf des Blutes. Nürnb.* 1826.) behauptet, sondern dass die Zeit von der Contraction der Vorhöfe bis zur Contraction der Kammer kleiner ist, als die Zeit von der letzten bis zur ersten, dass in der Regel in den grössern Zeitraum von der Contraction der Kammer bis zur Contraction der Vorhöfe gerade die Contraction des bulbus aortae und der Venenstämme hineinfällt. Bei warmblütigen Thieren sah ich die Contraction der Vorhöfe zuweilen einige Momente fehlen, was auf Rechnung der Verletzung kömmt, sonst aber immer wie ein sehr schneller Vorschlag vor der Contraction der Ventrikel, so dass die Zeit von der Contraction der Vorhöfe bis zur Contraction der Ventrikel jedenfalls ausserordentlich viel kürzer ist als die Zeit von der Contraction der Ventrikel bis zur Contraction der Vorhöfe.

Nur die Zusammenziehung (systole) des Herzens ist ein activer Zustand, die Erweiterung (diastole) ist das Moment der Ruhe,

wo die Fasern erschlaffen und die Höhlen des Herzens in den hiebei entstehenden hohlen Raum das nächste Blut anziehen, was nach der Anordnung der Klappen zufliessen kann; die Herzhöhlen sind daher in der Erweiterung, diastole, mit Blut gefüllt und ausgedehnt. Die von Bichat und einigen andern französischen Gelehrten angenommene active Erweiterung des Herzens wird durch ein gutes Experiment von Oesterreicher *l. c.* 33. widerlegt. Wenn man auf ein ausgeschnittenes Herz vom Frosch einen Körper legt, der schwer genug ist, das Herz flach zu drükken, und klein genug, dass man das Herz beobachten kann, so sieht man, dass dieser Körper nur bei der Zusammenziehung des Herzens gehoben wird, dass bei der Erweiteruug aber das Herz platt bleibt. Hieraus geht hervor, dass die Erweiterung des Herzens nach der Contraction kein Muskularact des Herzens ist; indessen können doch die Wände des Herzens in der Diastole nicht so schlaff, wie an einem ausgeschnittenen Herzen seyn, selbst wenn die Herzhöhle nicht mit Blut gefüllt wäre, weil die Capillargefässe der Herzsubstanz zur Zeit der Erschlaffung vom Blut strotzen, während sie zur Zeit der Contraction zusammengedrückt werden, und weniger Blut enthalten können.

Die Bewegungen der Herzkammern würden das Blut sowohl in die Vorhöfe und Venen als in die Arterien treiben, wenn nicht die Klappen durch ihren Bau und ihre Befestigung das Austreiben des Blutes nur in einer gewissen Richtung, und das Einfliessen nur in einer andern Richtung zuliessen. Die Vorhöfe können durch ihre Contraction das Blut allerdings auch in die Venen zurücktreiben, wenn nicht der Strom des Venenblutes nach dem Herzen diese Bewegung aufhält, aber der Fluss des Bluts aus dem Vorhof in die Kammer ist frei, denn die Valvula an der Vorhofmündung ist so befestigt, dass sie das Blut frei in die Kammer strömen lässt; aber bei der Zusammenziehung der Kammer verhindert diese Klappe, indem sie durch den Druck des Blutes sich ausbreitet und vorlegt, das Rückfliessen in die Vorhöfe.

Die Bewegung des Blutes aus der Kammer ist frei nach den Arterien, weil die am Ostium arteriosum der Kammern liegenden taschenförmigen Klappen, Valvulae seminulares, durch den Strom des Blutes aus den Kammern nach den Arterien auseinander weichen, dagegen kann das einmal in den Arterien enthaltene Blut nicht in die Kammern zurück fliessen, weil die Blutsäule der Arterien die taschenförmigen Klappen am Ostium arteriosum der Kammern herabdrückt und ausbreitet. Das Herz bildet durch diese Anordnung der Klappen eine Art Pumpenwerk, gleichwie die gewöhnlichen Pumpenröhren mit zwei Klappen versehen sind, von denen die eine beim Aufziehen der Pumpenstange das Wasser durchlässt, sich aber beim Senken der Pumpenstange wieder schliesst, während die andere sich dem Wasser öffnet, die sich dagegen beim Wiederaufziehen der Stange schliesst, und das Zurückfliessen des schon geförderten Wassers verhindert.

Das ganze Gefässsystem muss man sich während der Circulation mit Blut gefüllt denken. Nur die Herzhöhlen ziehen sich

jedesmal bis fast zur Leere zusammen, obgleich mehrere Beobachtungen zeigen, dass nicht alles Blut bei der Zusammenziehung der Kammern in die Arterien fliesst. Aber die Gefässe sind vom Anfange der Arterien bis in die Capillargefässe, und von dort bis zur Insertion der Venenstämme ins Herz, sowohl während der Zusammenziehung der Kammern, als zur Zeit der Ruhe mit Blut gefüllt; nirgends ist Luft; nirgends ein leerer Raum im Gefässsystem. Die Zusammenziehung der Aorta-Kammer kann z. B. das in den Arterien enthaltene Blut nur dadurch weiter bringen, dass sie mit 1—2 Unzen Blut (Inhalt der Kammer) mit Gewalt gegen die in den Arterien enthaltene Blutsäule drückt, und diese Blutsäule rückt um so viel Raum weiter, als diese 1—2 Unzen Blut, mitten durch die Aortenklappen gedrängt, Raum in dem Anfang der Aorta einnehmen. So wie die Zusammenziehung der Kammer nachlässt, hört die Ursache der Bewegung auf, aber das Blut wird von den elastischen Arterien gegen den Widerstand der Reibung in den kleinsten Gefässen fort getrieben; es bildet immer ein Continuum von den Aorten-Klappen bis in die Capillargefässe, und fliesst beschleunigt, wenn die Aorten-Kammer wieder mit Gewalt mit 1—2 Unzen Blut den Anfang der Blutsäule an den Aortenklappen weiter drängt. Auf diese Art muss in einer gewissen Zeit aus den Venen gerade so viel Blut wieder ins Herz strömen, als durch die Zusammenziehung der Kammern daraus hervor tritt; denn die ganze Blutmasse bildet einen grossen Zirkel, vom Herzen zum Herzen, einen Zirkel, in dem an jeder Stelle so viel Blut weiter rückt, als an jeder andern. Bei der Zusammenziehung der Kammern müssten diese fast leer werden, aber diese Leerheit kömmt nicht einmal zu Stande, denn auf der Stelle fliesst von den Venen und Vorhöfen her wieder das a tergo gedrängte Blut in die leer werdenden Kammern ein, und eben so ist es mit den Vorhöfen.

Indem die Zusammenziehung der Kammern in jedem Moment die Blutmasse in dem Arteriensystem weiter drängt, werden die Arterien ausgedehnt, und diesen von der Zusammenziehung der Kammer herrührenden Druck des Blutes gegen die elastischen Arterienwände nennt man Puls. Wir werden später uns mit dieser Erscheinung besonders beschäftigen; hier ist nur zu bemerken, dass der fühlbare Puls der Arterien mit der Zusammenziehung der Kammer bis auf einen ganz unmerklichen Zeitunterschied synchronisch ist; an den feinsten Gefässen und an den Venen bemerkt man keinen Puls mehr. Mit dem Puls der Arterien muss man den Herzschlag, Pulsus cordis, nicht gleichstellen. Der Puls der Arterien ist um einige Terzen später als der Herzschlag. Der Herzschlag ist eine den Brustwänden in der Gegend der fünften bis sechsten Rippe mitgetheilte Erschütterung, welche von dem Anschlag der Spitze des Herzens herrührt.

Von dem fühlbaren und zuweilen aussen sichtbaren Herzschlag muss man 2 Töne unterscheiden, welche man hört, wenn man das Ohr auf die Stelle des Herzens anlegt, oder sich eines Stethoskops bedient. Man kann sie, wie ich finde, auch zuweilen Nachts an sich selbst hören, wenn man auf der linken Seite

liegt. Diese Töne folgen schnell auf einander bei jedem fühlbaren Herzschlag, und lassen, wie der Herzschlag, eine Pause hinter sich. Ich finde die Zwischenzeit zwischen beiden im Verhältniss zur Pause wie 1 zu 3, oder ungefähr $\frac{1}{4}$ der Zeit zwischen zwei Herzschlägen oder circa $\frac{1}{5}$ Secunde (12 Terzen). Auch finde ich nach vielen mit Ausdauer fortgesetzten Beobachtungen, dass der erste Ton synchronisch mit dem fühlbaren Herzschlag ist, und auch fast synchronisch mit dem Puls an der Art. maxill. externa, der nur ein Paar Terzen auf den fühlbaren Herzschlag folgt. Ich hörte den ersten Ton bei einer gesunden Weibsperson nur wo man den Herzschlag fühlt, deutlich, den zweiten aber fast in der ganzen Ausdehnung der Brust bis an die Schlüsselbeine. Bei Schwangern hört man die zwei Töne des Foetusherzschlages durch die Bauchdecken hindurch.

Laennec hat den ersten Ton von der Zusammenziehung der Kammern, den zweiten von der Zusammenziehung der Vorhöfe abgeleitet, was indess unzweifelhaft falsch ist, da die Zusammenziehung der Vorhöfe als Vorschlag der Zusammenziehung der Kammern vorhergeht. Andere leiteten den ersten Ton von der Zusammenziehung der Vorhöfe, den zweiten von der Zusammenziehung der Kammern ab. Siehe Burdach *Physiol.* 4. *Bd.* Allein der Puls der Arterien ist so gut wie synchronisch mit dem Herzschlag, oder folgt zu schnell (ein Paar Terzen) auf den fühlbaren Herzschlag, der zweite Ton aber auf den ersten Ton und auf den fühlbaren Herzschlag in $\frac{1}{4}$ der Zeit zwischen zwei Herzschlägen oder 12 Terzen. Demnach kann der zweite Ton nicht von der Zusammenziehung der Kammern herrühren.

Nach Magendie's neueren Untersuchungen (*Ann. d. sc. nat.* 1834.) hören die Töne sogleich auf, wenn bei einem Thiere die Brust geöffnet wird, und kehren wieder, wenn man auf das Herz einen harten Körper zum Anschlagen auflegt. Er leitet den ersten Ton von der Zusammenziehung der Kammern und dem Anschlage der Spitze des Herzens, den zweiten Ton von dem Anschlage des Herzens in der Erweiterung an die Brustwände ab. Bei Versuchen, welche in der med. Section der British association zu Dublin angestellt wurden (*Lond. med. gaz. Oct.* 777. Froriep's *Not.* 1006.) zeigte sich, dass auch nach Entfernung des Brustbeins und der Rippen, wenn das Herz ausser aller Berührung mit irgend einem Theil der Brustwand schlug, beide Töne durch ein auf das Herz aufgesetztes Stethoskop vernommen wurden. Bei einem Kalbe, bei dem man auf diese Art beide Töne vernommen hatte, wurde eine feine, gekrümmte Nadel in die Aorta, eine andere in die Lungenarterie unter der Ansatzstelle der halbmondförmigen Klappen gestossen, und die Nadeln wurden ohngefähr einen halben Zoll aufwärts und nach aussen durch die respektiven Gefässe hindurchgeführt, so dass in jedem, zwischen der Nadel und der Wand der Arterie eine Klappe eingeschlossen war; als das Hörrohr über den Ursprungsarterien angelegt wurde, fand man, dass der zweite Ton aufgehört hatte. Nach diesen Versuchen scheint es, dass man der Ansicht von Williams folgen muss und dass der erste Ton von der Zusam-

menziehung der Ventrikel allein (Muskelgeräusch), der zweite von der Ausspannung der Klappen durch die Blutsäulen der Aorta und Arteria pulmonalis abgeleitet werden müssen, obgleich sie durch das Anschlagen des Herzens gegen die Brustwände, mit der Spitze bei der Systole, mit der vordern Wand bei der Diastole vernehmlicher werden müssen. Ueber Hope's und Williams angestellte Versuche siehe *Lond. med. gaz. oct.* 774.

Wir gehen nun zur Beschreibung des grossen und kleinen Kreislaufs über. Den grossen Kreislauf nennt man die Bahn des Blutes von der linken Hälfte des Herzens durch die Arterien des Körpers, durch die Venen des Körpers zurück nach dem rechten Herzen; den kleinen Kreislauf nennt man die Bahn des Blutes von dem rechten Herzen durch die Lungenarterie nach den Lungen, und durch die Lungenvenen zurück nach dem linken Herzen. Im Grunde giebt es also keine zwei Kreisläufe, sondern nur einen Kreislauf mit zwei Abtheilungen der Bahn, so dass in jeder Abtheilung das Blut durch die feinsten Gefässe aus den Arterien wieder in die Venen übergeht.

a. Kleine Blutbahn der Lungen.

Das Blut der Vena cava inf. und sup. und der grossen Herzvene fliesst dem rechten Vorhofe in dem Maasse zu, als der linke Ventrikel Blut durch die Arterien des Körpers treibt. Während der Contraction des Vorhofes wird das Blut dieser Venen kurz aufgehalten; allein so wie der Vorhof erschlafft, stürzt das Blut der Venen in den rechten Vorhof, und zum Theil schon in die rechte Kammer, sobald sie erschlafft ist. Nun contrahirt sich der Vorhof als Vorschlag der Contraction der Kammer. Bei Vivisectionen sah ich öfter zwei Zusammenziehungen des Vorhofes auf eine Zusammenziehung der Kammer, zuweilen aber auch die Zusammenziehung der Vorhöfe fehlen. Beides scheint jedoch Anomalie. Durch die Contraction des Vorhofes wird das Blut durch diejenige Oeffnung getrieben, welche jetzt nicht geschlossen ist. In die Hohlvenen fliesst das Blut nicht zurück, weil der Strom des Venenblutes durch die vis a tergo zum Herzen fortdauert, die Valvula Thebesii der Herzvene ist durch den Druck des Blutes im Vorhofe geschlossen. Das Blut strömt also in die während der Contraction des Vorhofes erweiterte rechte Kammer, die dadurch auf den höchsten Grad ihrer Anfüllung gebracht wird. Zu der Zeit, wo der rechte Vorhof sich wieder erweitert, um das Blut der Venen aufzunehmen, contrahirt sich die rechte Kammer, und treibt das Blut, da die Valvula tricuspidalis von dem Drucke des Blutes vor der Vorhofmündung der Kammer ausgebreitet wird, durch das Ostium arteriosum zwischen den hier aus einander weichenden Valvulae semilunares in die Art. pulmonalis. Auf diese Art gelangt das aus dem Körper zurückkehrende Venenblut durch die Thätigkeit des rechten Herzens in die Blutbahn der Lungen. Indessen strömt doch nicht jedesmal alles Blut des Vorhofes bei dessen Contraction in die Kammer, vielmehr wird ein Theil in die obere und untere

Hohlvene zurückgedrängt. Jedenfalls wird durch die Zusammenziehung des Vorhofes der Zufluss des Blutes von den Venenstämmen nach dem Herzen aufgehalten, der sonst beständig erfolgen müsste, weil das Venenblut beständig durch den Strom des Blutes von der linken Kammer durch die Arterien, Capillargefässe und Venen gedrängt wird. Bei Vivisection sieht man die grossen Venen bei jeder Zusammenziehung des Vorhofes anschwellen, und bei Tritonenlarven sah ich das Blut in der untern Hohlvene und den Lebervenen nur stossweise fortrücken. Dieses Zurückströmen muss vermehrt werden, wenn die Kammer wegen irgend eines Hindernisses nicht alles Blut in die Art. pulm. treiben kann, entweder durch Substanzveränderung derselben, oder durch Verknöcherung der Valvulae semilunares, oder durch ein Hinderniss der Blutbewegung in den Lungen. Dieser Rückfluss oder vielmehr rhythmische Aufenthalt in den Hauptstämmen der Venen wird Pulsus venosus genannt. Er kann sich nicht weit fortpflanzen, weil die Venen zu nachgiebig sind, und die Stauchung nur die nächsten Theile des Venensystems erweitert.

Das einmal in der Arteria pulmonalis enthaltene Blut kann bei der Relaxation der Kammer nicht wieder zurückfliessen, weil die Blutsäule die Valvulae semiunlares oder Taschenventile am Ostium arteriosum der Kammer ausbreitet. Die Bewegung des Blutes aus dem rechten Herzen durch die Lungen nach dem linken Herzen, der kleine Kreislauf genannt, ist kein wahrer Kreislauf, indem das Blut am Ende dieser Bahn an einem andern Orte ankömmt, als von wo es ausgegangen ist, sondern ist nur ein Theil der Bahn des ganzen Kreislaufes, und würde besser Lungenblutbahn genannt werden, im Gegensatz der Körperblutbahn, welche zusammen erst einen ganzen Kreislauf bilden. Auf der Lungenblutbahn gelangt das venöse Blut, von immer neuen Blutmassen aus der rechten Kammer getrieben, aus den Zweigen der Art. pulmonalis in die Capillargefässe der Lungen, durch die Capillargefässe, wo es im Momente des Durchganges hellroth oder arteriös wird, in die Venae pulmonales, und sofort in den linken Vorhof. Die Capillargefässe der Lungen sind, wie überall, netzförmige Uebergänge der feinsten Zweige der Arterien in die feinsten Zweige der Venen; aber hier mit ausserordentlich engen Maschen der Netze. Alle diese Capillargefässnetze sind aber in der feinen Membran enthalten und ausgebreitet, welche die Lungenzellen bildet, in die sich die letzten Zweige der Luftröhre endigen, und welche eine feine Fortsetzung der Schleimhaut der Luftröhre ist. Da diese von Capillargefässen durchzogene feine Membran von Zelle zu Zelle ein Continuum bildet, so muss man sich das Innere der Lungen, abgesehen von den Luftröhren, Arterien und Venen, als eine im kleinen Raume realisirte ungeheure Fläche vorstellen, durch zellenhafte Faltungen einer Membran gebildet, die von Capillargefässnetzen durchzogen ist, so dass der Prozess des Athmens geschieht durch den Contact des Blutes und der Luft, welche durch die Luftröhre eingeführt, die Wände dieser Zellen berührt, während die Theilchen des Blutes, in den Capillargefässen der Zellenwände bis ins Kleinste vertheilt, vorbeiströmen.

Bei den einfacheren Thieren, wie den nackten Amphibien, bilden die Lungen noch blosse Säcke mit inneren zelligen Vorsprüngen. So sind auch die Kiemen, die zweite Art des Athemorganes, eine grosse Vermehrung der Fläche im kleinen Raume; aber bei den Kiemen ist die Vermehrung der athmenden Fläche nach aussen vorspringend, bei den Lungen sackförmig oder nach innen verzweigt. Auch an den Kiemen vertheilt sich das Blut der Kiemenarterien in eine ungeheuere Ausbreitung durch die Capillargefässnetze aller Kiemenblätter und Blättchen, wovon jedes seine kleine Arterie hat, die am Ende in eine kleine Vene umbiegt, während zahlreiche capillare Queranastomosen zwischen beiden in der Breite der Kiemenblättchen statt haben. Bei den Fröschen und Salamandern kann man die Bewegung des Blutes durch die Capillargefässe der sackförmigen Lungen unter dem Mikroskope beobachten. Siehe die Abbildungen von Cowper *Phil. Trans. abridg.* 5. 331. von den Lungen des Salamanders von Prevost und Dumas in *Magendie préc. élément. de physiol. T.* 2. Die Zwischenräume der Strömchen sind ganz regelmässig zerstreute Inselchen, wie ich sehe, und kaum grösser als die Strömchen selbst. Noch deutlicher sieht man die Bewegung des Blutes durch die Capillargefässe der Kiemen bei den Larven der Salamander. Rusconi *della circolazione della larve delle Salam. aquat. Pavia* 1817. *Amours des Salam. aquat. Milan* 1821. Steinbuch *Analecten f. Naturkunde. Fürth* 1802. Am genauesten sind Marshall Hall's Beobachtungen über den Kreislauf in den Lungen der Salamander, Frösche und Kröten. *A. critical and experimental essay on the circulation of the blood. London* 1831. *Tab.* 5—8. Die Zweige der Lungenarterien und Lungenvenen laufen hier einander immer parallel, so dass in die Winkel der Arterienzweige die Venenzweige, in die der Venenzweige die Arterienzweige eingreifen. An den Scheidewändchen der Lungenzellen, die nach dem Innern der Lunge vorspringen, verbreiten sich Arterienzweige und Venenzweige so, dass die Venenzweigelchen an dem innern Rande der Scheidewändchen verlaufen. Die letzten Zweige der Arterien und Venen enden plötzlich in ein Zwischennetz von Capillargefässen, während in allen andern Organen die Verzweigung der Gefässchen immer fortschreitet, und erst unmerklich in das Capillargefässnetz übergeht. Auf diese Art sind die letzten Zweige der Arterien und Venen überall siebförmig durchlöchert, um das Blut der Capillargefässe abzugeben oder aufzunehmen. Marshall Hall's naturgetreue Abbildungen sind von ausserordentlichem Interesse, besonders Tab. 8.

Die Zerstörung der Capillargefässnetze der Lungenzellen und der Lungenzellen selbst durch Entzündung, Eiterung, Entartungen, hat zwei sehr wichtige Folgen, erstens die Verkleinerung der athmenden Fläche, dessen Folge unvollkommene Ausbildung des Blutes und zuletzt Abzehrung seyn kann; zweitens Verkleinerung und Verhinderung der Blutbahn, welche das Blut nehmen muss, wenn es vom rechten zum linken Herzen, und so in den ganzen übrigen Körper gelangen soll. Bei den warmblütigen Thieren, wo alles Blut die Capillargefässnetze der Lungen passi-

ren muss, um in die Bahn des grossen Kreislaufes zu gelangen, muss jede Verkleinerung dieses Capillargefässnetzes der Lungen durch Zerstörung ein Hinderniss im Kreislaufe des Blutes überhaupt bewirken, und bei den Lungenkranken müssen Anstrengungen des Herzens, Neigung zur Blutanhäufung in den Lungen, und Disposition zur Lungenentzündung und fieberhafte Aufregung etwas Gewöhnliches seyn. Jedes andere Organ kann ganz zerstört seyn, ohne dass der Blutlauf in den übrigen gehemmt wird, aber die Zerstörung der Lungen ist ein allgemeines Hinderniss des Kreislaufes, woraus die Warnung hervorgeht, dass die Lungenkranken Alles zu vermeiden haben, was noch mehr Hinderniss und Aufregung in dem Kreislaufe verursacht. Es lässt sich auch hieraus erklären, warum grosse Zerstörungen anderer Theile, wenn sie nur ohne beständigen Säfteverlust sind, nicht immer Fieber erregen, dagegen die Zerstörungen der Lungen so leicht mit hektischem Fieber verbunden sind. Desorganisationen in anderen Theilen bewirken vorzugsweise nur örtliche Hindernisse der Circulation, z. B. Stockungen des Blutes und Austritt von Blutwasser in den örtlichen Wassersuchten, in der Bauchwassersucht nach Desorganisation der Leber etc., ein Ausgang in Wasserergiessung, der bei Lungenzerstörungen verhältnissmässig seltener ist. Wenn die Capillargefässe der Lungen durch fremde Stoffe verstopft werden, die in den Kreislauf gelangt sind, wie durch Oel, Schleim, metallisches Quecksilber, Kohlenpulver, Schwefelpulver, die in Venen injicirt worden, so ist der Tod unvermeidlich, und folgt sehr schnell, wie Gaspard gezeigt hat.

Die Isolation der Blutbahn der Lungen von der Blutbahn des übrigen Körpers würde vollständig seyn, wenn nicht die Bronchialarterien mit den feineren Zweigen der Lungenarterie communicirten. Bei Verengerungen der Art. pulm. und ihrer Aeste werden diese Verbindungen stärker. Hören die chemischen Veränderungen des Blutes in den Lungen auf durch Unterbrechung der Athembewegungen oder durch Athmen irrespirabler Gasarten, so fliesst kein hellrothes, sondern dunkelrothes Blut von den Lungen zurück.

b. Grosse Blutbahn des Körpers.

Aus den Lungenvenen tritt das arteriell oder hellroth gewordene Blut in den linken Vorhof, und der sogenannte grosse Kreislauf oder richtiger derjenige Theil der Blutbahn, welchen das Blut im ganzen Körper mit Ausnahme der Lungen beim ganzen Kreislaufe beschreibt, beginnt nun, um das arterielle Blut in die Arterien, sofort in die Capillargefässe des Körpers, und, hier venös oder dunkelroth geworden, in die Körpervenen und endlich zum rechten Herzen zurückzuführen. Wenn sich der linke Vorhof (gleichzeitig mit dem rechten) erweitert, stürzt das Blut der Lungenvenen in den linken Vorhof, und zum Theil schon in die linke Kammer, sobald diese erschlafft. Die Contraction dieses Vorhofes treibt das Blut in die erweiterte Kammer, die nun bis auf ihren höchsten Punkt gefüllt ist. Bei der nun folgenden Con-

traction der linken Kammer schliesst sich die Valvula mitralis an der Vorhofsöffnung derselben, und das Blut strömt zwischen den aus einander weichenden Valvulae seminulares am Ostium arteriosum in die Aorta, welche die einmal in ihr enthaltene Blutsäule nicht wieder zurücktreten lässt, da durch Druck von der Aorta aus diese Taschenventile ausgebreitet werden. Die Gewalt, womit sich die linke Kammer zusammenzieht, ist viel stärker als die der rechten Kammer, auch sind bekanntlich die Wände der erstern gegen 3mal dicker als die der letztern, beim Erwachsenen. Diese Gewalt der linken Kammer musste grösser seyn, da die Körperbahn grösser als die Lungenbahn, und erstere einen ungleich grössern Widerstand in den Capillargefässen aller Organe durch Reibung darbietet.

Von der Aorta aus vertheilt sich das Blut, mit jedem Herzschlage von einer neuen Masse gedrängt, im ganzen Körper mit Ausnahme der Lungen, und geht durch die Capillargefässe in die Venen über.

Bei grossen körperlichen Anstrengungen muss die Bewegung des Blutes in den Capillargefässen in einem grossen Theile des Körpers aufgehalten werden durch den Druck der wiederholten Zusammenziehungen vieler Muskeln. Je ausgebreiteter dieses Hinderniss wird, um so mehr gleicht es demjenigen Aufenthalte der Blutbewegung, der in den Lungen schon durch kleine Hindernisse bewirkt wird. Es stellen sich dann auch ähnliche Wirkungen ein, die Blutsäule der Arterien setzt der Kraft des Herzens einen grössern Widerstand als gewöhnlich entgegen. Das Blut circulirt nicht frei und schnell genug durch die Lungen und häuft sich an, so dass zu gleicher Zeit nicht Blut genug athmet, daher die Athembeschwerden bei solchen Anstrengungen, die man wohl weniger richtig von einem vermehrten Athembedürfniss bei grösserer Muskelbewegung ableitet. Die anhaltende Zusammenziehung der Muskeln bei gewissen Bewegungen, wo einzelne Glieder dauernd bewegt werden, ist auch mit einer Anhäufung des Blutes in diesen Theilen verbunden.

Die feinen Arterien stehen in jedem Organe, noch ehe sie in die Capillargefässnetze übergehen, unter einander in vielfacher Verbindung, wie jede feine injicirte Membran zeigt, und an vielen Stellen erhält derselbe Theil zuführende grössere Arterien aus sehr verschiedenen Gegenden des Gefässsystemes, wie das Gehirn von der Carotis cerebralis und Art. vertebralis. Jedermann kennt die Verbindungen zwischen den Art. epigast. intercost. mammar. etc. Diess wiederholt sich an allen Orten, und da das Capillargefässsystem aller zusammenhängenden Theile continuirlich ist, so sind alle zuführenden und abführenden Gefässe in dem continuirlichen Capillargefässnetze des ganzen Körpers verbunden, so dass, wenn das gewöhnliche zuführende Gefäss eines Theils verschlossen wird, leicht ein neues dessen Stelle ersetzt. So sind durch die feinsten Arterien und durch die Capillargefässnetze alle juxtaponirten Theile eines Organes oder mehrerer Organe in Wechselwirkung gesetzt. Die Capillargefässe des ganzen Körpers, die Anastomosen der zuführenden Gefässe bilden auf diese Art

ein ununterbrochenes Netzwerk, welches von unzähligen Arterien aus Blut erhält, und von verschiedenen Wegen bald unmittelbarer, bald mittelbarer von Blut durchdrungen werden kann. Ohne dass nun neue Gefässe entstehen, durch blosse Erweiterung früherer Communicationen, können sich daher neue Wege der Zufuhr ausbilden, wenn die gewöhnlichen verschlossen sind, und so erklärt sich das Phänomen des Collateralkreislaufes, oder die Wiederherstellung des Kreislaufes durch einen Theil nach Verschliessung seines grossen Gefässstammes. Im Anfange erweitern sich eine Menge anastomosirender Zweige, und allmählig bilden sich einzelne stärkere Stämme wieder aus. Bei Thieren lässt sich sogar die Aorta abdominalis ohne absolut tödtlichen Erfolg unterbinden, dagegen man diese Operation beim Menschen bisher zweimal nur mit tödtlichem Erfolge gemacht hat. Dagegen hat man beim Menschen schon alle übrigen grossen Arterienstämme, welche zugänglich sind, mit Erfolg, wo es nöthig war, unterbunden. Es sind sogar Erfahrungen vorhanden, dass, wenn, die Verschliessung nur allmählig geschieht, selbst die Verschliessung der Aorta hinter dem Ursprunge der Arterien der oberen Theile des Körpers die Entwickelung eines Collateralkreislaufes nicht ausschliesst, so dass durch Erweiterung von Anastomosen der Art. mammaria int. und intercost. prima etc. mit den intercostalarterien doch wieder das Blut in den unter der Verschliessung befindlichen Theil der Aorta durch Umwege gelangt. Siehe den von A. Meckel beobachteten Fall *Archiv.* 1827. *Tab.* 5. In einem ähnlichen von Reynaud (Froriep's *Not.* 537.) beschriebenen Falle waren die Hauptverbindungen zwischen der Subclavia jeder Seite, und dem unter der Verschliessung liegenden Theile der Aorta durch Anastomosen der Cervicalis profunda, transversalis cervicis, intercostalis prima mit den Intercostalarterien, und zwischen der Subclavia und der Cruralarteria durch directe Verbindung der mammaria interna und epigastrica bewerkstelligt.

Das durch die Arterien verbreitete Blut, von immer neuen Blutmassen aus dem linken Ventrikel gedrängt, folgt der durch die Gefässe verzeichneten Bahn, und geht aus den feinsten Arterien durch die Capillargefässnetze in die feinen Venen über, um sich weiter in grösseren Venen zu sammeln, und dem rechten Herzen wieder zuzuströmen. Diesen Uebergang kann man in vielen durchsichtigen Theilen mikroskopisch beobachten, so dass er nicht allein ein Schluss aus der Bewegung des Blutes in den Arterien und Venen, sondern ein Gegenstand der unmittelbaren Beobachtung ist.

Hierzu dient die Schwimmhaut der Frösche, der Schwanz junger Fische und der Salamander-, Frosch- und Krötenlarven, das Mesenterium aller Wirbelthiere, die Flügel der Fledermäuse, die Keimhaut des Eies der eierlegenden Thiere. Siehe die Abbildungen der blutführenden Capillargefässe von der Area vasculosa des Eies in Pander *Entwickelungsgeschichte des Hühnchens im Ei;* von jungen Fischchen Doellinger *Denkschr. der Akad. der Wissensch. zu München, Bd.* 7.; von der Schwimmhaut der Frösche Schultz, *der Lebensprozess im Blute, Berlin* 1822. Marshall

Hall *tab.* 3.; von verschiedenen Theilen der Frösche und Säugethiere Kaltenbrunner *exp. circa statum sang. et. vas. in inflammatione. Monach.* 1826.; vom Gekröse der Frösche Reichel *de sanguine ejusque motu. Lips.* 1767. Marshall Hall a. a. O, *tab.* 4.; vom Schwanze des Stichlings Marshall Hall a. a. O. *tab.* 1.; von Fisch-, Frosch- und Salamanderembryonen und Larven Baumgaertner *über Nerven und Blut. Freiburg* 1830. Man sieht die Blutkörperchen deutlich aus sich verzweigenden kleinsten Arterien in nicht weiter dünner werdende Gefässe von netzförmiger Bildung sich ergiessen, und sich aus diesen wieder in dicker werdende und aus Zweigen sich bildende Anfänge der Venen sammeln. Die Blutkörperchen fliessen in den feinsten Capillargefässen einzeln hinter einander, und oft mit Unterbrechung; wenn sie einzeln fliessen, sind sie fast farblos, dichter gehäuft erscheinen sie gelb, noch dichter gelbroth und roth. Bei den noch kräftigen Thieren fliessen sie anhaltend ohne Stoss; wenn die Thiere schwach sind und die Bewegung sich verlangsamt, sieht man die stossweise Bewegung, so dass sie zwar immer fort strömen, aber stossweise schneller strömen; bei noch schwächeren Thieren werden sie nur im Momente des Herzschlages fortgetrieben, und weichen dann auch wohl wieder etwas zurück. Wo mehrere arteriöse Strömchen in eine Anastomose zusammenkommen, ist ein Strömchen immer vorherrschend, und durchströmt die Anastomose allein, um sein Blut dem andern Strömchen beizumengen. So sammeln und theilen sich die Strömchen auch in den netzförmigen feinsten Gefässen, bis alles wieder in den Anfängen der Venen gesammelt wird. Zuweilen verändert sich die Richtung eines Strömchens, wenn ein anderes Strömchen stärker wird, und das frühere bestimmende schwächer, je nach dem Druck auf die Theile des Thieres. Alle Kügelchen gehen aus den Arterien in die Venen über, und Niemand ist es leicht begegnet, was Doellinger gesehen haben wollte, dass einzelne Kügelchen haften bleiben und sich mit der Substanz verbinden. Ich glaubte früher zuweilen bei stockendem Kreislaufe so etwas zu sehen, aber bei weiter fortgesetzten Beobachtungen sah ich auch die Kügelchen fortrücken, wenn die Bewegung wieder anhielt. Drückt man das Glied oder unterbindet man es, so steht alles augenblicklich stille und kein Kügelchen verändert seinen Ort mehr.

Während des Durchganges des Blutes durch die Capillargefässe wird das Blut dunkelroth. Die Bewegung des Blutes in den Venen ist nicht stossweise verstärkt, sondern gleichförmig. Diejenigen Venen, welche dem Drucke der Muskeln ausgesetzt sind, haben Klappen, Taschenventile, welche dem Blute die rückgängige Bewegung nach den Capillargefässen versperren, wodurch jeder Druck auf die Venen, statt die Bewegung aufzuhalten, das Blut nach dem Herzen befördert. Die Klappen fehlen in den Venen der in Höhlen geschützten Theile ganz. In den Lungenvenen hat Mayer unvollkommene Klappen beobachtet. An der Pfortader der Pferde hat E. H. Weber Klappen beobachtet, die beim Menschen fehlen.

c. Kleinste Blutbahn des Pfortadersystems.

Die Venen, welche sich zur Pfortader der Leber vereinigen, führen das Venenblut ihrer Theile zur Leber in das Capillargefässsystem derselben, zu welchem auch das Blut der Leberarterien gelangt. Vergl. p. 173. Auf diese Art gelangt also das Blut der Milz, des Darmkanales, des Magens, des Pankreas, des Mesenteriums nicht unmittelbar, sondern auf einem Umwege in die untere Hohlvene. Prof. Retzius in Stockholm hat indess beim Menschen auch einige feinere Verbindungen zwischen Darmvenen und Zweigen der untern Hohlvene entdeckt, wie er mir brieflich mitgetheilt hat. Als er nämlich die Vena cava und die Vena portae mit sehr feinen kalten Massen von verschiedenen Farben injicirte, fand er, dass das ganze Mesocolon und Colon sinistrum mit beiden injicirt war, und dass beiderlei injicirte Gefässe an mehreren Stellen Anastomosen bildeten. Die Venen vom Colon und Mesocolon, welche dem Systeme der Vena cava angehörten, gingen zur Vena renalis sinistra, und lagen äusserlich, dahingegen diejenigen, welche der Pfortader angehörten, grösstentheils näher der Schleimhaut lagen. Auch die äussere Oberfläche des Duodenums hatte Injection von der Vena cava aufgenommen. Breschet hat die V. mesenterica minor durch Aeste der V. cava inf. angefüllt, und Schlemm hat offene Verbindungen der V. mesent. minor mit Gefässen von der Vena cava inf. am After gefunden. Eine Beobachtung, welche uns anzeigt, dass man mit Erfolg Blutentziehungen am After in Stockungen und Congestion des Blutes, vielleicht sogar Entzündungen des Darmkanales, machen wird.

Das Blut der Pfortader der Wirbelthiere, und das Blut der Venae renales advehentes bei den Fischen und Amphibien hat zum zweiten Mal den Widerstand der feinen Kanäle eines Capillargefässsystems zu überwinden, ehe es wieder zum Herzen gelangt. Bei den Larven der Salamander habe ich die Beobachtung gemacht, dass man den Blutlauf in der Leber mit einem einfachen Mikroskope bei Beleuchtung von oben betrachten kann. Meckel's *Archiv* 1828. Diese von R. Wagner bestätigte Beobachtung ist von grosser Wichtigkeit. Man kann hier ganz deutlich sehen, dass das Blut der Pfortader bei dem Durchgange durch die Capillargefässe der Leber in die Lebervenen nur in den Interstitien der Acini verläuft, und man kann hier sogar die einzelnen Blutkörperchen, so deutlich wie sonst in durchsichtigen Theilen, beobachten. Siehe die Abbildung in meiner Schrift *de gland. penit. struct. tab.* 10. *fig.* 10. Ich habe bemerkt, dass das Blut in der Hohlvene, wie in allen Rinnen der Lebervenen, stossweise floss, wahrscheinlich, weil während der Contraction des rechten Vorhofes das Blut aufgehalten wird, oder wegen der regelmässigen Zusammenziehungen des untern Hohlvenenstammes, (die man bei Fröschen sieht). Es ist kein Unterschied in der Farbe des Blutes in der Hohlvene, in der Pfortader, in den Lebervenen zu bemerken.

Nach der allgemeinen Beschreibung des Kreislaufes ist jetzt

die Geschwindigkeit des Kreislaufes zu untersuchen und auszumitteln, in wie viel Zeit das Blut den ganzen Circuitus vollendet. Von der Geschwindigkeit des ausfliessenden Blutes kann man nicht auf die Geschwindigkeit in den Gefässen schliessen. Der Ausfluss erfolgt unter dem ganzen Drucke, dem das Blut in den Gefässen ausgesetzt ist. In den Gefässen kann jede neue Blutmasse nur durch Weiterrücken der übrigen Masse fortgeschoben werden, und es muss der Widerstand der Reibung in den engeren Gefässen überwunden werden.

Ueber die Zeit, in welcher der Kreislauf des Blutes vollendet ist, sind sehr dankenswerthe Untersuchungen von Hering (*Zeitschrift für Physiologie.* 3. *p.* 85.) vorhanden. Aus 18 Versuchen an Pferden hat Hering folgende Resultate erhalten: Die Zeit, welche eine dem Blute unmittelbar beigemischte verschieden starke Auflösung von blausaurem Eisenoxydulkali brauchte, um von der einen Jugularvene eines Pferdes durch das rechte Herz, den kleinen Kreislauf, durch das linke Herz, den grossen Kreislauf bis in die entgegengesetzte Jugularvene zu kommen, ist zwischen 20 und 25, und zwischen 25 und 30 Sekunden; von der Jugularvene bis zur Vena saphena magna nur 20 Sekunden, von der Vena jugul. bis in die Arteria masseterica zwischen 15 und 30 Sekunden, bis in die Art. maxill. externa einmal zwischen 10—15 Sekunden, ein andermal zwischen 20 und 25 Sekunden, von der Vena jugul. bis in die Art. metatarsi zwischen 20 und 25 Sekunden, 25 und 30 Sekunden, und einmahl mehr als 40 Sekunden. Das Resultat war ziemlich gleich bei verschiedener Häufigkeit des Herzschlages. Hering's Resultate stehen indess mit der Voraussetzung über die Menge des Blutes und über die Menge Blut, welche mit jedem Herzschlage weiter gebracht werden kann, im Widerspruch. Nach Wrisberg hatte eine Frau durch tödtlichen Mutterblutsturz 26 Pfund Blut verloren, und bei der Enthauptung einer Vollblütigen sammelte man 24 Pfund Blut. Wenn man annimmt, dass 2 Unzen Blut bei jedem Herzschlage des Menschen weiter gefördert werden, so dauert der Umlauf bei 20 Pfund (bürgerl. Gewicht) Blut 160, bei 10 Pfund Blut, wie Herbst die Blutmasse des Menschen schätzt, 80 Herzschläge. Ueber die Blutmenge siehe Herbst *de sang. quantitate. Götting.* 1822. Mit mehr Sicherheit kann man daher annehmen, dass der Blutumlauf beim Menschen in 80—214 Herzschlägen, oder in 1—2 Minuten vollendet ist. Vergl. Burdach *Physiol.* 4. 101. 253.

Die Zeit, in welcher das Blut den Weg von der einen zur andern Herzhälfte, oder die Hälfte des Kreislaufes zurücklegt, ist für verschiedene Organe sehr verschieden. Das Blut, das von dem linken Herzen durch die Vasa coronaria cordis zum rechten Herzen gelangt, braucht einen ausserordentlich viel kürzeren Zeitraum zu dieser Bahn, als das Blut, welches vom linken Herzen dem Fusse zuströmt und zum rechten Herzen zurückkehrt, und so bildet die Circulation vom linken Herzen zum rechten unendlich viele verschieden grosse Bogen, wovon der kleinste der durch die Kranzgefässe oder ernährenden Gefässe des Herzens selbst ist. Der Weg vom rechten Herzen durch die Lungen zum lin-

ken Herzen ist kürzer als die meisten dieser Bogen im grossen Kreislaufe, und das Blut legt diesen Weg ceteris paribus viel schneller zurück als in den meisten Gefässen, welche zum grossen Kreislaufe gehören.

Obgleich die Menge Blut, welche im grossen Kreislaufe in jedem Augenblicke enthalten ist, wegen der grössern Bahn ausserordentlich viel grösser ist, als die Menge innerhalb des kleinen Kreislaufes, so fliesst doch an einer gedachten Stelle der Arteria pulmonalis in einem Zeitraume eben so viel Blut vorbei, als an einer gadachten Stelle der Aorta; denn es kann an jedem Orte der Hauptstämme der in sich verschlossenen Bahn nur so viel Blut abfliessen, als an einer andern Stelle zuströmt. (Dagegen kann die Circulation in den kleineren Gefässen sehr variiren.) Denkt man sich ferner die Uebergänge der Arterien in Venen in den Lungen und im übrigen Körper gleich dick, so müssen in den Lungen auf einer gewissen Stelle ausserordentlich vielmal mehr Capillargefässe zusammengedrängt seyn, als auf einer gleich grossen Stelle im übrigen Körper. Diess bestätigt die Beobachtung, indem schon in den Lungen der Frösche die Zwischenräume zwischen den Capillargefässen kaum grösser, beim Menschen fast kleiner als die Capillargefässe selbst dick sind, wie Cowper, Wedemeyer, Marshall Hall, Prevost und Dumas (vom Menschen Weber) gezeigt haben, und ich wieder finde. An den Lungen der Salamander und Frösche wenigstens sind, wie Wedemeyer und Marshall Hall zeigen, die feinsten Zweige der Lungengefässe auf den Lungenzellen gleichsam siebförmig durchlöchert, und das Blut fliesst zwischen sehr kleinen Inselchen aus dem Siebe der einen Gefässchen in das Sieb der anderen Gefässchen über.

Endlich ist zu bemerken, dass die Geschwindigkeit des Blutes in den kleinen Aesten kleiner seyn muss, als in den Stämmen der Gefässe überhaupt, weil die Capacität der Aeste eines Stammes zusammengenommen grösser scheint als die Area des Stammes selbst, obgleich dieses Verhältniss keineswegs als streng erwiesen zu betrachten ist. Denkt man sich aber alle Aeste eines Organes vereinigt, und den Kreislauf als eine in sich zurückkehrende Bahn dieses Blutstroms, so geht an allen Stellen dieser Bahn in gleicher Zeit gleichviel Blut vorüber, während die Theilchen derselben Masse sich schneller bewegen müssen, wenn die Röhren eng werden, langsamer in weiten Röhren, so dass dort bei langsamer Bewegung der Theilchen in weiteren, hier bei schnellerer Bewegung in engeren Röhren, doch überall dieselbe Masse Blut in gleich viel Zeit an allen Stellen der Blutbahn weiter gefördert wird.

III. Capitel. Vom Herzen als Ursache des Kreislaufs.

Das Herz zieht sich auf mechanische oder galvanische Irritation gleich den anderen muskulösen Theilen zusammen. Soemmerring, Behrends, Bichat haben den Einfluss des Galvanismus

auf das Herz geläugnet, allein ich habe häufig Humboldt's und Fowler's Versuche bestätigt gefunden, und sowohl bei Fröschen als beim Hunde, bei denen die Zusammenziehungen des Herzens aufgehört hatten, durch ein einfaches Plattenpaar oder durch eine schwache galvanische Säule die Zusammenziehungen erregt. Das Herz unterscheidet sich aber mit den nur unwillkührlich beweglichen Theilen, Darmkanal etc., von den übrigen Muskeln, dass der Reiz nicht eine momentane Zuckung, sondern anhaltend eine Reihe rhythmischer Bewegungen erregt, wie sie den meisten unwillkührlich beweglichen Theilen eigen sind. Da das Herz nun gleich allen Muskeln durch Reize zur Contraction angeregt wird, so liegt es sehr nahe anzunehmen: dass das Blut der Herzhöhlen selbst das Herz zu Contractionen reizt, um so mehr, da das Herz sogleich schwächer schlägt, wenn es weniger Blut enthält. Dass diese Contractionen rhythmisch sind, hat man sich daraus erklärt, dass das Herz durch die Contraction den Reiz, nämlich das Blut, nach der einen Seite entfernt, während diese Ortsveränderung des Blutes wieder die Ursache ist, dass von Seiten der Venen das Herz wieder mit Blut gefüllt wird. Auch liesse sich hiernach einsehen, wie die Contractionen der Vorkammern und Kammern alterniren, da die eine Höhle durch ihre Contraction die Ursache wird, dass die andere Höhle sich wieder anfüllt. So nothwendig indess eine gewisse Blutmenge und eine gewisse Anfüllung der Herzhöhlen zur Unterhaltung der Thätigkeit des Herzens ist, und so gewiss jede mechanische Ausdehnung des Herzens von innen Zusammenziehung in ihm hervorrufen muss, so ist der Reiz des Blutes in den Herzhohlen doch nicht der letzte Grund der rhythmischen Zusammenziehungen des Herzens. Denn auch das blutleere Herz setzt seine Contractionen noch schwächer fort. Man könnte das Rhythmische in der Contraction des Herzens auch davon ableiten, dass jede Zusammenziehung das Blut in den ernährenden Gefässen des Herzens zurücktreibt, mit dem Aufhören der Zusammenziehung aber wieder Zuströmen des Blutes in die kleinsten Gefässe der Herzsubstanz unter dem beständigen Drucke des Blutes von den elastischen Arterienhäuten eintritt, so dass die feinsten Gefässe des Herzens bei jeder Erschlaffung mit mehr Blut gefüllt werden, diese Anfüllung mit hellrothem Blute nun wieder die Ursache der Contraction wäre. Diese Ansicht wird aber durch denselben Einwurf widerlegt. Denn das Herz der Thiere, besonders der Amphibien und Fische, zieht sich auch ausgeschnitten und blutleer rhythmisch, bei Amphibien Stunden lang, und zwar in derselben Folge von Vorhöfen und Kammer zusammen. Nun könnte man zwar diess von dem Reize der Luft ableiten, und an jenes pag. 57. erläuterte Gesetz erinnern, dass, wenn ein Reiz auch beständig ist, die Contractionen doch oft noch periodisch erfolgen können. Allein dasselbe geschieht im luftleeren Raume, und ohne einen inneren Grund könnte sich nicht die regelmässige Aufeinanderfolge der Ventricular-Contraction auf die Contraction der Vorhöfe erhalten. Die Ursache muss also viel tiefer liegen. Es muss in der Organisation des Herzens und in der beständigen Wechselwirkung des

Blutes in den kleinsten Gefässen mit der Herzsubstanz, oder in der Wechselwirkung der Herznerven und der Herzsubstanz etwas liegen, was entweder anhaltend wirkt, worauf aber das Herz nach dem pag. 57. erläuterten Gesetze nur periodisch reagirt, oder das selbst periodisch auf das Herz einwirkt. Die Lösung dieser Frage ist unendlich schwierig, bei dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft unmöglich.

1) *Abhängigkeit des Herzens vom Athmen.* Sobald die chemischen Veränderungen des Blutes in den Lungen aufhören, durch Verletzungen der Nerven, welche die Athembewegungen aufheben, oder durch mechanische Hindernisse des Athmens oder irrespirable Luftarten, wird die Lebensthätigkeit aller Organe geschwächt, und bei den höheren Thieren sogar schnell aufgehoben. Obgleich dann, wie Bichat und Emmert (Reil's *Archiv* 5. 401.) gezeigt haben, die Bewegung des dunkelroth gewordenen Blutes der Arterien nicht sogleich aufhört, und, obgleich das Herz nach dem scheinbaren allgemeinen Tode selbst bei warmblütigen Thieren noch über $\frac{1}{2}$ Stunde in einzelnen Fällen schwach und langsam zu schlagen fortfährt, so wird es doch durch Hinderniss des Athmens wenigstens so sehr in seiner Wirkung geschwächt, dass der Kreislauf schon bald nicht mehr unterhalten werden kann; dagegen sich bei allen Thieren, deren Athembewegungen durch Verletzungen des Gehirns, besonders der Medulla oblongata, oder durch Vergiftung aufgehoben sind, durch künstlich unterhaltenes Athmen mit Lufteinblasen und Ausdrükken, der Kreislauf viel länger unterhalten lässt. Bei einem nach Unterbindung der Halsgefässe geköpften Hunde sah Brodie unter künstlichem Athmen das Herz noch $2\frac{1}{2}$ Stunden 35mal, und bei einem andern noch $1\frac{1}{2}$ Stunden 30mal in der Minute schlagen. (Reil's *Archiv* 12. 140.) Bei den kaltblütigen Thieren ist dieser Einfluss des Athmens oder des hellrothen Blutes auf das Herz viel geringer, denn ich habe Frösche, denen ich die Lungen unterbunden und abgeschnitten hatte, noch 30 Stunden bei andauernder Thätigkeit des Herzens fortleben sehen. Da nun aber Frösche nach der Zerstörung des Gehirns und Rükkenmarkes schneller die Kraft des Herzens verlieren (in 6 Stunden hören die Contractionen auf), so folgt hieraus, dass die Frösche nach dem Abschneiden der Lungen entweder durch die Haut das Athmen einigermaassen ersetzen können, oder dass sehr wahrscheinlich das Gehirn und Rückenmark viel nöthiger sind zur Unterhaltung der Bewegungen des Herzens, als das Athmen selbst. Denn Frösche leben, wenn sie weder mit den Lungen, noch mit der Haut athmen können, in reinem Wasserstoffgas doch noch über 12 Stunden, wie ich selbst sah. Es könnte sogar die endliche Unterbrechung der Herzthätigkeit nach Unterbrechung des Athmens grossentheils auch von der Veränderung des Nervensystems herrühren, die erfolgt, wenn es kein hellrothes Blut mehr empfängt.

Die Störung des Kreislaufes nach Unterbrechung des Athmens bei den höheren Thieren ist jedenfalls nicht von dem Collapsus der Lungen bedingt, insofern diese im collabirten Zustande

dem Durchgange des Blutes ein Hinderniss darbieten könnten. Denn wie BICHAT und EMMERT zeigten, dauert die Bewegung des Blutes in den Arterien anfangs noch ungestört fort.

GOODWYN hat die Schwächung des Kreislaufes nach Unterbrechung des Athmens bei den höheren Thieren davon abgeleitet, dass der linke Ventrikel kein hellrothes Blut mehr erhalte, und vorausgesetzt, dass zur Thätigkeit des linken Herzens dieser Einfluss durchaus nothwendig sey. Dagegen erinnert BICHAT, dass das bei nicht athmenden Thieren von den Lungen zum Herzen kommende dunkelrothe Btut die Zusammenziehungen des Herzens nicht sogleich aufhebe. Obgleich diese und andere von BICHAT (*rech. sur la vie et la mort*) hiergegen angeführte Gründe gar nichts beweisen, so ist es doch durchaus nicht wahrscheinlich, dass beide Herzhöhlen eine specifische Reizbarkeit für verschiedene Blutarten haben. Denn beim Foetus, wo die Vorhöfe durch das Foramen ovale communiciren, und überhaupt kein Athmen in den Lungen, sondern nur eine gewisse Veränderung des Blutes in der Placenta bewirkt wird, enthalten beide Herzhälften einerlei Blut. Wenn das hellrothe Blut durch eine unmittelbare Wirkung auf das Herz zur Unterhaltung der Herzbewegung wirklich nothwendig ist, so ist BICHAT's Meinung viel wahrscheinlicher, dass durch Unterbrechung des Athmens das Herz darum seine Reizbarkeit verliere, weil seinen Muskelfasern durch die Kranzarterien oder ernährenden Gefässe des Herzens nun kein hellrothes Blut, sondern dunkelrothes Blut zugeführt wird. So gewiss nun dieser Einfluss zu seyn scheint, so lässt sich doch nicht ermessen, in welchem Verhältniss dieses Bedürfniss zum Bedürfniss des Nerveneinflusses auf das Herz steht, indem alle Veränderungen des Athmens auch den Einfluss der Nerven auf die übrigen organischen Theile verändern.

2) *Abhängigkeit des Herzens von den Nerven.* Obgleich die Veränderung des Herzschlages in den Leidenschaften und anderen Veränderungen des Nervensystems augenscheinlich ist, indem der Herzschlag z. B. in allen plötzlichen Leidenschaften, excitirenden sowohl als deprimirenden, anfangs gestört, dann häufiger, und zwar in ersteren heftig und häufig, in letzteren schwach und häufig wird, so haben doch Einige diesen Einfluss nicht nöthig gehalten zur Bewegung des Herzens. HALLER behauptete diese Unabhängigkeit, weil das ausgeschnittene Herz sich zusammen zu ziehen fortfährt, weil die Reizung der Herznerven nicht jene Convulsionen erzeugt, die die Reizung der Nerven in den übrigen Muskeln erzeugt.

Die Untersuchungen über diesen Gegenstand beginnen wieder mit der Arbeit von SOEMMERRING und BEHRENDS über die Herznerven 1792, welche zu beweisen suchten, dass die Herzsubstanz gar keine Nerven erhalte, und dass alle Fäden der Herznerven in der Substanz des Herzens nur den Häuten der Herzgefässe angehören. Hierdurch schien HALLER's Lehre von der Zusammenziehungskraft der Muskeln bestätigt zu werden, dass nämlich die Muskeln durch sich selbst und nicht durch ihre Wechselwirkung mit den Nerven Bewegkraft besitzen, dass die

Nerven gleich wie die äusseren (mechanischen, elektrischen, chemischen) Reize Bewegungen der Muskeln veranlassen, und es folgt also, dass das Herz, indem es dem Einflusse der Nerven entzogen ist, durch das Blut selbst zu Bewegungen gereizt wird. Soemmerring's und Behrends Versuche, dass der Galvanismus keine Zusammenziehungen des Herzens bewirke, da er diess doch in allen mit Nerven versehenen Muskeln thut, schienen diese Ansicht noch mehr zu bestätigen. Allein Scarpa zeigte, dass die Herznerven allerdings auch sehr zahlreich in dem Muskelfleische des Herzens sich verbreiten. v. Humboldt, Pfaff, Fowler und Wedemeyer haben durch Galvanismus Zusammenziehungen des Herzens bewirkt, und mir ist dasselbe sowohl bei Fröschen als Säugethieren gelungen. Humboldt hat sogar durch Galvanisiren der Nervi cardiaci bei Säugethieren Bewegungen des Herzens hervorgerufen. *Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaser.* 1. 342. Die Nerven können sonst, wie Burdach mit Recht bemerkt, auch als feuchte Leiter wirken, wenn der eine Pol auf sie, der andere auf das Herz applicirt wird. Burdach sah aber wirklich Verstärkung des Herzschlages eines getödteten Kaninchens, als er das Halsstück des sympathischen Nerven oder das untere Halsganglion armirte. *Physiol.* 4. 464. Solche Versuche über die motorische Kraft von Nerven sind bloss beweisend, wenn die Nerven allein armirt werden, und wenn die galvanische Action sehr schwach ist. Starke Entladungen werden hierbei von jeder Stelle aus durch feuchte Leiter, und so durch Nerven, zum Herzen selbst bloss durchgeleitet. Die Versuche von Burdach, in welchen er bei einem getödteten Kaninchen durch Betupfen des sympath. Nerven mit caust. Kali oder ätzendem Ammonium den Herzschlag wieder beschleunigte, sind daher um so interessanter, besonders auch, da bei einem getödteten Kaninchen keine schmerzhaften Empfindungen mehr einwirken, und den Herzschlag verändern können. Dieser Versuch wollte mir bei Wiederholung nicht so gelingen. Die Versuche, welche Brechet (*rech. sur le syst. ganglionaire*) und Andere über Reizung der Nerven an lebendigen Thieren angestellt haben, können in Hinsicht des Herzens gar nichts erweisen, da der Herzschlag so sehr bei schmerzhaften Empfindungen sich ändert.

Endlich unterscheidet sich das Herz wieder von anderen Muskeln, dass es ausgeschnitten und leer, besonders bei kaltblütigen Thieren, auch ohne Reiz sich zusammen zu ziehen fortfährt, dass es hierbei selbst die regelmässige Aufeinanderfolge in den Abtheilungen des Herzens beobachtet, Verhältnisse, die man nicht anders als aus einem specifischen Einflusse der noch übrigen Nerven in der Substanz des ausgeschnittenen leeren Herzens erklären kann, welcher somit die letzte Ursache der Contractionen des Herzens zu seyn scheint, um so mehr, da die Reizungen der Nerven durch Reizungen des Gehirns und Rückenmarkes, und Leidenschaften einen so grossen Einfluss auf die Veränderung der Thätigkeit des Herzens haben. Könnte man Einflüsse, welche die belebende Wirkung der Nerven zerstören, ohne zugleich das Zusammenziehungsvermögen der Muskeln auch aufzuheben,

so würde man diese Frage bis zur Gewissheit entscheiden können; allein die Narkotika, welche an Nerven applicirt, diesen ihre Fähigkeit nehmen, auf Reize, die auf die Nerven angebracht werden, Bewegung der mit ihnen verbundenen Muskeln hervorzurufen, wirken eben so auf die Muskeln applicirt und machen sie unfähig, durch Reizung der Nerven ihre Zusammenziehungskraft zu äussern. Das Opium auf das Herz eines Frosches angewandt, hebt dessen Bewegungen bald auf, (sehr schnell wenn es auf die innere Fläche des Herzens angewandt wird, viel später, wie Henry zeigte, wenn es auf dessen äussere Fläche applicirt wird). Indessen beweist die plötzliche Veränderung und Stockung des Herzschlages nach einer gewaltsamen Zerstörung des ganzen Rükkenmarkes jedenfalls, das die Nerven des Herzens einen grossen Antheil an dessen Bewegungen haben.

Ob dieser Einfluss unmittelbar von den Herznerven und ihren Quellen, dem Nervus sympathicus ausgehe, oder ob das Gehirn und Rückenmark diese Nerven mit derjenigen Kraft versehen, wodurch sie die Bewegungskraft des Herzens erhalten, ist eine andere Frage. Diese Frage wurde vorzüglich durch Bichat in Anregung gebracht. Bichat trennte genauer die Functionen der physiologisch verschiedenen Nervenstämme, der Cerebro-Spinal-Nerven und des Nervus sympathicus. Die Nerven des Gehirns und Rückenmarkes, welche willkührliche Bewegungen veranlassen können, wenn sie sich in Muskeln verbreiten, sind in einer grossen Abhängigkeit von diesen Organen; die Unterbrechung ihres Zusammenhanges mit dem Gehirn oder Rückenmarke hebt ihren Einfluss zur Erregung willkührlicher Bewegungen auf. Die Nerven des Rückenmarkes sind eben so gelähmt, wenn die Leitung zwischen ihnen und dem Gehirn durch Verletzung des Rückenmarkes aufgehoben ist, obgleich ein vom Gehirn oder Rückenmarke getrennter Nerve bei mechanischer oder galvanischer Reizung noch unwillkührliche Bewegung des mit ihm verbundenen Muskels bewirkt. Die von dem Nervus sympathicus versehenen Theile, Herz, Darmkanal, Uterus etc., haben dagegen nur unwillkührliche Bewegungen; der Nervus sympathicus hängt nicht unmittelbar mit dem Gehirn und Rückenmarke, wie die Cerebro-Spinalnerven, sondern nur mittelbar durch Vermittelung der letztern zusammen. Bichat nannte das System der Cerebro-Spinalnerven das *animalische*, das System des Nervus sympathicus das *organische* Nervensystem, schrieb dem letztern eine gewisse Unabhängigkeit von Gehirn und Rückenmark zu, und betrachtete die Ganglien und Geflechte des N. sympathicus als dessen Centraltheile. In der neuern Zeit ist die nach dem Kreislaufe des Blutes zweite grosse Entdeckung gemacht worden, nämlich, dass die Spinalnerven, welche durch eine vordere oder hintere Wurzel von dem Rückenmarke entspringen, durch die vordere Wurzel im Stande sind, Bewegungen in den Muskeln hervorzurufen, durch die hintere Wurzel, welche mit einem Ganglion versehen ist, aber empfindend sind. Bell hat diese Entdekkung gemacht, und ich habe bewiesen, dass mechanische und galvanische Reize, auf die hinteren Wurzeln der Spinalnerven ap-

plicirt, nicht im Stande sind, Bewegung in den Muskeln zu erregen, zu welchen die Spinalnerven hingehen. Siehe III. Buch. Scarpa hat nun in der neuern Zeit zu zeigen gesucht, dass der Nervus sympathicus, der in der Brust mit dem Anfange der Spinalnerven zusammenhängt, doch bloss mit den hinteren Wurzeln der Spinalnerven, nicht aber mit den vorderen in Verbindung stehe, und dass also der Nervus sympathicus weder vom Rückenmarke aus zur Erregung des Herzens bestimmt werden könne, noch selbst motorische Kraft besitze. Scarpa *de gangliis nervorum deque origine et essentia n. intercostalis ad* H. Weber. *Annal. univers. d. medicina. Magg. e Giugn.* 1831. Wutzer's und meine eigenen Untersuchungen, so wie die von Retzius und Mayer, haben indess gezeigt, dass Scarpa's spätere Ansicht unrichtig ist, und dass die Rami communicantes inter n. sympathicum et nervos spinales, sowohl von der vordern motorischen, als von der hintern sensibeln Wurzel der Spinalnerven ihre Fäden erhalten. Siehe Meckel's *Archiv* 1831. 1. *p.* 85. u. 260.

Mit der Untersuchung des Einflusses des Rückenmarkes und Gehirns auf die Bewegungen des Herzens haben sich auf experimentellem Wege besonders Legallois, Philip, Treviranus, Nasse, Wedemeyer, Clift und Flourens beschäftigt.

Legallois trat mit neuen Thatsachen in seinem Werke (*exp. sur le principe de la vie. Paris* 1812.) hervor, nach welchen der Grund der Herzthätigkeit nur in dem Rückenmarke gelegen seyn sollte. Legallois Beweise lassen sich auf folgende Hauptpunkte reduciren.

Zerstört man bei einem Thiere den Cervicaltheil des Rückenmarkes und die Medulla oblongata, so hört das Athmen wegen der Zerstörung der Quelle der Athemnerven, nämlich der Medulla oblongata und des Rückenmarkes, auf. Der Herzschlag dauert schwächer noch fort, ohne längere Zeit den Blutlauf unterhalten zu können, und die zur Unterhaltung der Circulation nöthige Stärke der Herzbewegung lässt sich durch künstliche Respiration nicht erwecken. Die theilweise und in Pausen aufeinander folgende Zerstörung des Rückenmarkes unterhält die Herzbewegung länger als die plötzliche Zerstörung.

Der Kreislauf des Blutes hört auch auf, wenn man nur den untern Theil des Rückenmarkes durch Einstossen eines Griffels vernichtet. Auch dann wird er durch künstliche Respiration nicht wieder erregt.

Aus diesen Versuchen schloss Legallois, dass der Nerveneinfluss auf die Herzthätigkeit von dem Rückenmarke ausgehe, und zwar nicht von einem bestimmten Theile des Rückenmarkes, sondern von dem ganzen Rückenmarke. Wenn diess wahr ist, schloss Legallois, so wird nach Zerstörung eines Theiles des Rückenmarkes die Nervenkraft des unversehrten Theiles nicht mehr hinreichen, das Herz zur Bewegung der ganzen Masse des Blutes zu erregen. Allerdings wird sie aber hinreichen, bei künstlichem Athmen das Blut durch einen Theil des Gefässsystems zu treiben. Legallois schloss weiter, dass, wenn man nach partieller Zerstörung des Rückenmarkes den Weg des Blutes durch das ganze

Gefässsystem, durch Unterbindung einzelner Gefässe einschränke, der Blutlauf in diesen eingeschränkten Theilen noch unterhalten werden könne. Und lege man die Ligatur immer näher dem Herzen an, so würde man einen immer grössern Theil des Rükkenmarkes ohne Unterbrechung des Kreislaufes zerstören können. Legallois unterband an Kaninchen die Aorta in der Gegend der Lendenwirbel, und zerstörte das Lendenmark. In anderen Fällen schnitt er den Kopf ab, als er die Carotiden und Jugularvenen unterbunden, und zerstörte das Halsmark, indem er den Blutlauf durch die künstliche Respiration unterstützte, und in noch grausameren Versuchen nahm er die ganze untere Hälfte des Körpers weg, nachdem er die grossen Gefässe unterbunden. In allen Fällen dauerte der Kreislauf zwischen dem Herzen und den Ligaturen längere und kürzere Zeit fort, und in manchen Fällen, nach Legallois Aussage, noch länger als $\frac{3}{4}$ Stunden.

Aus diesen Versuchen schloss Legallois, dass der Nervus sympathicus nicht unabhängig sey, dass er nicht bloss mit dem Rückenmarke zusammenhänge, sondern von ihm entspringe, und dass es der eigenthümliche Charakter dieses Nerven sey, alle Theile, in welchen er sich verbreitet, unter den Einfluss der motorischen Kraft des ganzen Rückenmarkes zu setzen. Das berichterstattende Comité glaubte, dass diese Versuche alle Schwierigkeiten lösen, die sich früher über die Bewegungen des Herzens erhoben haben, wie namentlich, warum das Herz dem Einflusse der Leidenschaften unterworfen sey, warum es nicht dem Willen gehorche, warum die Circulation in den hirnlosen Missgeburten oder Acephalen bis zur Geburt fortdauere.

Dass indessen Legallois Versuche nicht das ganze Verhältniss zwischen Gehirn, Rückenmark und dem sympathischen Nerven aufgeklärt haben, ist durch Wilson Philip's Versuche gezeigt worden. *Untersuchungen über die Gesetze der Functionen des Lebens. Stuttg.* 1822. Wird ein Thier durch einen Schlag auf den Hinterkopf der willkührlichen Bewegung und der Empfindung beraubt, so hört die Respiration auf, die Herzbewegung dauert aber noch fort, und kann durch künstliche Respiration noch lange unterhalten werden. Wird nun das Rückenmark und Gehirn ganz entfernt durch Ausschneiden, so schlägt das Herz dennoch fort, aber schwächer als gewöhnlich. Auch wenn das Rükkenmark und Gehirn mit einem heissen Stabe zerstört wird, dauert in der Regel die Bewegung des Herzens fort. Philip schliesst hieraus das Gegentheil der Resultate von Legallois, nämlich dass die Thätigkeit des Herzens dem innern Grunde nach unabhängig sey vom Gehirn und Rückenmark. Aber beide Organe, Gehirn und Rückenmark haben gleichwohl nach Philip's Versuchen einen grossen Einfluss auf die sympathischen Affectionen des sympathischen Nerven und des Herzens.

Philip sah, dass, wenn er Weingeist auf das blossgelegte Gehirn oder auf das Rückenmark aufträufelte, die Bewegung des Herzens sich vermehrte, deutlicher, wenn der Weingeist auf den Halstheil des Rückenmarkes, schwächer, wenn er auf den Lumbaltheil applicirt wurde. Opium und Tabaksabsud wirkten ebenso.

Die reizende Wirkung trete bei den Opium und Tabak vor der narkotischen ein, denn allmählig werden nun die Bewegungen des Herzens langsamer. Diese Reize wirken durch das Gehirn und Rückenmark noch immer auf die Eingeweide, wenn sie durch Gehirn und Rückenmark keinen Einfluss mehr auf die willkührlichen Muskeln haben. (Marshall Hall bestätigt diess nicht. Weder Opium, noch Weingeist brachten Beschleunigung hervor, und Opiumvergiftung vernichtete bei dem Starrkrampfe auch den Kreislauf.) Das Herz steht nach Philip mit allen Theilen des Gehirns und Rückenmarkes in Relation, gewisse willkührliche Bewegungen aber nur mit gewissen Theilen des Gehirns und Rückenmarkes. Philip hat auch gezeigt, dass der Einfluss des Gehirns und Rückenmarkes auf den N. sympathicus und die Eingeweide sich ganz verschieden zeigt nach der Art der Verletzung. Wird das Gehirn zerstört durch Ausschneiden einzelner Theile, oder das ganze Gehirn entfernt, wird das Rückenmark mit einem heissen Stabe langsam zerstört, so schlägt das Herz nach wie vor noch geraume Zeit schwächer; allein die Herzthätigkeit ist gebrochen, wenn die Zerstörung schnell und wie zerschmetternd geschieht. So wenn das Gehirn eines lebenden Frosches mit einem Hammer zerschmettert wird, so reagirt das Herz nur schwach und langsam mehr, es liegt halbe Minuten still. Wird nun das Rückenmark schnell und gewaltsam zerstört, so ist die Bewegung wieder für eine Zeitlang erloschen. Nachher sammelt sich die Contractionskraft wieder. Clift sah das Herz der Karpfen nach Zerstörung des Rückenmarkes noch 11 Stunden schlagen.

Flourens schliesst nach seinen Versuchen an Fischen, dass die Thätigkeit des Herzens nur vom Athmen abhänge, und dass sie aufhöre durch Aufhebung der Athembewegungen bei Verletzung der Medulla oblongata, von welcher die Athembewegungen abhängen, dass bei Fischen, deren Athembewegungen allein von der Medulla oblongata abhängen, und nach Verletzung des Rückenmarkes deswegen fortdauern können, auch der Kreislauf deshalb fortdaure. Dagegen hat Marshall Hall (*an essay on the circulation. Lond.* 1831.) bei Fischen auch nach Zerstörung der Medulla oblongata den Kreislauf sehr lange fortdauern gesehen. Marshall Hall lässt indess das Herz immer in einer bedingten Abhängigkeit vom Rückenmarke und Gehirn seyn. Vergl. Treviranus *Biol.* 4. 644., Clift *Phil. Trans.* 1815., Wedemeyer *Physiol. Unters. über das Nervensystem und die Respiration. Hannov.* 1817. Nasse in Horn's *Arch.* 1817. 189. Flourens *Versuche über die Eigenschaften und Verrichtungen des Nervensystems. Leipz.* 1824. Eine ausführliche Prüfung von Legallois Versuchen, und eine lichtvolle Darstellung der ganzen Streitfrage hat Nasse gegeben. Nasse *Untersuch. zur Lebensnaturlehre. Halle* 1818. Vergl. Lund *Physiol. Resultate der Vivisectionen neuerer Zeit. Kopenh.* 1825. 162.

Fasst man die Resultate von Legallois, Wilson u. A. mit den schon bekannten Thatsachen zusammen, dass das ausgeschnittene Herz, besonders bei Amphibien und Fischen noch lange fortschlägt, dass deprimirende Affectionen des Nervensystemes die

Kraft des Herzschlages schwächen, und dass mit der nervösen Ohnmacht auch Schwächung des Kreislaufes verbunden ist, so folgt:

1) Dass Gehirn und Rückenmark einen grossen Einfluss auf die Bewegung des Herzens haben, dessen Bewegungen beschleunigen, verlangsamen, schwächen und verstärken können.

2) Dass die Herzbewegung aber nach der einfachen Trennung des Rückenmarkes und Gehirns vom Körper noch eine Zeitlang fortdauert (nach Flourens bei Kaninchen mit Pulsation der Carotiden unter künstlicher Respiration über eine Stunde), dass die Herzbewegungen aber viel schwächer sind, und der Kreislauf nicht vollständig längere Zeit unterhalten wird.

3) Dass die Bewegung des Herzens auch beim Herausschneiden des Herzens, also bei der Trennung desselben von dem grössten Theile des N. sympathicus nicht sogleich aufhört.

Rückenmark und Gehirn stehen nicht zu dem Herzen in einem solchen Verhältnisse, dass die Entfernung der ersteren gerade das Princip der Bewegungen in dem Herzen aufhebt; die Herznerven können noch einen Theil des belebenden Einflusses enthalten, selbst derjenige Theil derselben, der noch in einem ausgeschnittenen Herzen enthalten ist. Aber Gehirn und Rückenmark müssen gleichwohl als eine Hauptquelle des Nerveneinflusses überhaupt angesehen werden, ihre Vernichtung schwächt das Herz in hohem Grade, so dass es zwar noch lange sich bewegt, aber nicht mit der zur Unterhaltung des Kreislaufes nothwendigen vollständigen Kraft. Wenn es ein Mittel giebt, den Grad dieser Abhängigkeit zu messen, so ist es das von Nasse angewendete. Er mass die Höhe des Blutstromes aus einer durchschnittenen Arterie im normalen Zustande, zerstörte hierauf das Rükkenmark oder einzelne Theile desselben, und fand nun, dass der Blutstrom nach einigen Minuten in einem der Verletzung angemessenen Grade abgenommen hatte. Auf jeden Fall ist aber der Nervus sympathicus vom Gehirn und Rückenmarke durchaus nicht in der Abhängigkeit wie die Cerebrospinalnerven. Diess geht allein schon aus der Beobachtung hervor, dass bei Fischen sich die Contractionen des Herzens nach Zerstörung des Gehirns und Rückenmarkes selbst noch einen halben Tag lang erhalten.

Eine noch grössere Unabhängigkeit vom Gehirn und Rückenmarke scheint die Blutbewegung bei hirn- und rückenmarklosen Missgeburten zu haben. Allein wir besitzen über diese Monstra noch nicht hinreichende anatomische Kenntnisse, um sie auf eine entscheidende Art zur Lösung der schwebenden Frage anzuwenden. Bei den hemicephalen Missgeburten wird das Gehirn meist durch Gehirnwassersucht zerstört, und dieselbe Krankheit kann auch das Rückenmark zerstören.

Bei den kopflosen Missgeburten fehlt in der Regel (nicht immer) auch das Herz, und die Gefässe bestehen in der Regel nur aus zwei Gefässsystemen, welche nicht durch die Stämme, sondern durch die Capillargefässe zusammenhängen, so dass die Nabelgefässe Zweige dieser Stämme sind. Tiedemann *Anatomie d. kopfl. Missgeburten. Landsh.* 1813. Nur in dem Winslow'schen

Falle (Tiedem. *p.* 71.) hing die Nabelvene mit dem Arterienstamme zusammen, wie beim Embryo das Herz eine gleiche Umbiegung des Venenstammes in den Arterienstamm ist.

Brachet (*recherches expérimentales sur les fonctions du systeme ganglionaire. Paris* 1820.) hat die Fälle von Acephalis gesammelt, bei denen auch das Rückenmark ganz fehlte. Vergl. Meck. *pathol. Anat. I.* Elben *de acephalis. Berol.* 1821. Besonders merkwürdig ist der Fall von Ruysch (*thesaur. anat. IX. p.* 17. *Tab.* 1. *fig.* 2.), wo, freilich an dem Mutterkuchen eines wohlgebildeten Foetus, eine untere Extremität hing. Eine Frucht, die fast aus einer blossen Extremität bestand, an einem Nabelstrange hing, und Gefässe, Arterien und Venen, und einen kurzen Stumpf von Rükkenmark enthielt, hat Emmert (Meck. *Arch.* 6.) beschrieben. Vgl. den ähnlichen Fall Hayn *monstri unicum pedem referentis descriptio anatomica. Berol.* 1824. In mehreren Fällen hat die Erklärung des Kreislaufes in der Missgeburt ohne Herz und Rükkenmark keine Schwierigkeit, wenn die Gefässe des Monstrums bloss Zweige der Gefässe des Nabelstranges eines andern gesunden Foetus sind, wie in Rudolphi's Fall, von einem Monstrum, das aus einem blossen Kopf bestand (*Abhandl. d. Akad. zu Berl.* 1816.). Eben so in dem von mir beobachteten, ganz ähnlichen Fall von einem Kopf, der durch eine Arterie und Vene mit den Nabelgefässen eines vollständigen Kindes zusammenhing. Mueller's *Archiv* 1834. 179. Vergl. den Fall des rudimentären Monstrums, das Gurlt (*pathol. Anat.* 2. *Bd. tab.* 16. *fig.* 1 — 4.) abbildet. Rudolhpi erklärt den Kreislauf der übrigen herzlosen Monstra so, dass das Blut der Mutter vom Mutterkuchen durch die Nabelvene zum Foetus gelangt, die sich in ihm gleich einer Arterie vertheilt, und dass die Arterien des Foetus das Blut zum Nabel und Mutterkuchen zurückbringen. *Encyclop. Wörterbuch der med. Wissensch. I.* 226. Diese Erklärung ist aber sehr gewagt, da die Gefässe des Foetus oder Mutterkuchens nicht eigentlich mit den Gefässen des Uterus zusammenhängen.

Dass der sympathische Nerve beim Embryo zuerst entstehe, ist eine sonderbare, bloss hypothetische Behauptung von Ackermann. Auch ist es zu tadeln, dass der sehr verdiente Rolando die erste Spur der Rückenwirbel beim Vogelembryo zur Seite des Rückenmarkes für Ganglien des N. sympathicus erklärt.

Nicht allein Gehirn und Rückenmark, sondern der Lebenszustand aller Organe, und dadurch der ganze Organismus, wirken durch die begleitenden Nerven der Blutgefässe auf den Sympathicus zurück, und bestimmen seine ihm eigenthümliche motorische Kraft zur Wirkung. Die beständige Quelle der Zusammenziehung des Herzens ist daher primo loco die motorische Kraft des Nervus sympathicus. Aber die Ursache für die Erhaltung der letztern, und ihre Erregung ist nicht allein Gehirn und Rückenmark, sondern sind wahrscheinlich die Lebensreize aller Organe, welche durch die Gefässnerven auf die Centraltheile des Sympathicus zurückwirken. Hierdurch wird es möglich, dass eine örtliche Krankheit kranke Gemeingefühle im ganzen Körper erregt,

und jede heftige örtliche Krankheit den Herzschlag und Puls verändert.

Die Veränderungen, welche die feinsten Wurzeln des Sympathicus in irgend einem Theile durch örtliche heftige Krankheiten erleiden, und die Rückwirkung dieser Veränderung auf die Centraltheile des Nervus sympathicus, die Herznerven und Geflechte, so wie auf das Gehirn und Rückenmark, scheinen eine Hauptrolle in jenen Erscheinungen zu spielen, die wir Fieber nennen.

Ueber den Einfluss der einzelnen Regionen des Nervus sympathicus auf die Thätigkeit des Herzens hat man noch keine Beobachtungen. Man weiss nur, dass in 13 Versuchen von Pommer die Durchschneidung des Sympathicus am Halse überhaupt gar keine erhebliche Folge hatte. v. Pommer's *Beiträge zur Natur- und Heilkunde. Heilbronn* 1831.

Da mehrere Hirnnerven mit dem N. sympathicus in inniger Verbindung stehen, und da insbesondere der N. vagus an der Zusammensetzung der Herzgeflechte wesentlichen Antheil hat, so wäre es sehr wünschenswerth, auch den Einfluss dieser Nerven auf die Thätigkeit des Herzens zu kennen. Emmert bemerkte nach Durchschneidung des N. vagus nur eine geringe Störung im Kreislaufe. Bichat und Legallois erklären mit Recht, dass die Veränderungen in dem Herzschlage nicht mit Sicherheit der Durchschneidung des Nerven zugeschrieben werden können, da sie eben so gut von Schmerzen und Furcht herrühren können, und dass sie keinesfalls bedeutend sind.

IV. Capitel. Von den einzelnen Theilen des Gefässsystems.

a. Von den Arterien.

Die mittlere Arterienhaut besteht aus kreisförmigen platten Fasern und Faserbündeln, welchen die Arterien ihre grosse Elasticität verdanken, d. h. ihre Fähigkeit nach vorheriger Ausdehnung wieder sich zu verengern, eine Eigenschaft, die ihrem Gewebe physikalisch zukömmt, und auch nach dem Tode noch längere Zeit bis zur Zersetzung in ihnen bleibt. Dieselbe Faserhaut, die man wohl von Muskelfasern unterscheiden muss, ist die Ursache, dass die Arterien auch im leeren Zustande nicht collabiren, sondern walzenförmig bleiben, und dass sie der grössern oder geringern Anfüllung sich anpassen. Von den Muskelfasern unterscheidet sich dieses nur den Arterien, nicht den Venen zukommende Gewebe auch in chemischer Hinsicht, wie Berzelius gezeigt hat. Die Muskelsubstanz ist weich und schlaff, und enthält mehr als $\frac{3}{4}$ ihres Gewichtes Wasser. Die Arterienfaser ist trokken und sehr elastisch, Muskelsubstanz verhält sich chemisch wie Faserstoff des Blutes, ist auflöslich in Essigsäure, schwer löslich in Mineralsäuren, mit denen sie schwer auflosliche Verbindungen bildet. Die Arterienfaser ist unauflöslich in Essigsäure, aber leicht auflöslich in Mineralsäure, und diese Auflösung wird we-

der von Alkali noch von Cyaneisenkalium gefällt, was geschehen müsste, wenn sie Faserstoff enthielte. Sowohl in mikroskopischer als chemischer Hinsicht stimmt die Arterienfaser ganz mit dem übrigen elastischen Gewebe überein, von welchem sie sich nur durch eine geringere Festigkeit unterscheidet. Das elastische Gewebe, welches immer gelblich ist, und seine Elasticität weder nach tagelangem Kochen, noch nach jahrelangem Liegen in Weingeist verliert, charakterisirt sich nach den Beobachtunvon Lauth, Schwann und Eulenberg durch Fasern von verschiedener Dicke, die deutliche Aeste abgeben und eine scharfe, dunkle Contur zeigen. Zu diesem Gewebe gehören die mittlere Arterienhaut, die Ligamenta flava, der Wirbelbogen, die Kehlkopfbänder, das Ligamentum stilo-hyoideum, die Längenfasern an der innern Fläche der Bronchien, das elastische Band, welches den ausstülpbaren Theil der Ruthe bei den dreizehigen Straussen, den Enten und Gänsen zurückzieht, der elastische, dritte Körper am Penis des zweizehigen Strausses, das elastische Band des Krallengliedes der Katzen, der Flughaut der Vögel, das elastische Gewebe der Flughaut der Fledermäuse und des Kehlsacks des Pelikans. Schwann hat das elastische Gewebe sparsamer auch in der Speiseröhre unter der Schleimhaut, am After im Ligamentum suspensorium penis und dem umliegenden Zellgewebe, und in den sehnigen Bündeln, die das Corpus cavernosum penis des Menschen quer durchziehen gefunden. Bei den Arterien und Venen enthält die äussere Zellgewebehaut auch einige elastische Fasern, die innere Haut der Arterien enthält eben solche, die entweder der Länge nach oder nach allen Richtungen verlaufen und um so feiner werden, je mehr man sich der innersten Fläche nähert, so dass sich zuletzt gar keine Fasern mehr unterscheiden lassen. An der Vene cruralis des Ochsen fand Schwann ebenfalls eine mittlere aus querlaufenden Fasern bestehende dicke Schichte, die aber Zellgewebefasern waren, und eine innerste, äusserst dünne Schichte aus längslaufenden, elastischen Fasern. Siehe Schwann im *encyclop. Wörterb. d. med. Wissensch. Artikel Gefässe* und Eulenberg *de tela elastica. Berol.* 1836.

Vom Puls.

In den Arterien fliesst das Blut mit stossweise verstärkter Geschwindigkeit, die Gewalt seines Stromes vermehrt sich mit jeder neuen, durch die Contraction des Ventrikels in die Aorta getriebenen Blutwelle. So sah Hales das Blut in der in eine Arterie gebrachten Röhre bei jedem Pulsschlage um ein oder einige Zoll steigen. Da nun das Blut der Arterien durch die Haargefässe wegen des Widerstandes, den es in diesen engen Röhren erleidet, nicht so schnell entweichen kann, als es in die Arterien getrieben wird, so übt das Blut in den Arterien gegen ihre elastischen Wände einen Druck aus, wodurch es wie jede comprimirte Flüssigkeit nach allen Richtungen auszuweichen strebt. Diesen Druck des Blutes auf die Arterienwände bei der Contraction der Ventrikel fühlt man an ihnen als Puls. Der Puls der Arterien ist also im Allgemeinen synchronisch mit der Zusammenziehung der Ventrikel; diese letztere ist seine Ursache.

Die elastischen Wände der Arterien müssen in Folge dieses Druckes bei jedem Herzschlage ausgedehnt und zur Zeit der Diastole der Ventrikel vermöge ihrer Elasticität wieder auf ihren vorigen Zustand reducirt werden. Diese Ausdehnung der Arterien kann in der Länge und in der Breite erfolgen, und sie erfolgt in der That in beiden Richtungen, aber in der Länge viel merklicher, als in der Breite. Die Arterien werden im Momente des Pulses der Länge nach ausgedehnt, und deshalb verschieben sie sich schlängeln und strecken sich wiederum zur Zeit der Ruhe des Ventrikels; sie werden aber auch im Momente des Pulses ein wenig in der Dimension der Breite ausgedehnt. Die Ausdehnung in die Breite ist von Rudolphi, Lamure, Arthaud, Parry und Doellinger geläugnet worden. Dagegen haben sie Bichat, v. Walther, Tiedemann, Meckel, Hastings, Magendie und Wedemeyer gesehen. Die Erweiterung der Arterien im Puls muss jedenfalls kleiner seyn, da sie nicht immer gleich deutlich wahrgenommen und von mir selbst nur zuweilen deutlich gesehen wurde. Dass sie aber existirt, davon kann sich jeder Beobachter an der ganzen Verzweigung der Arteria pulmonalis beim Frosche überzeugen, wo man nicht allein die Schlängelung der Arterien, sondern auch ihre Erweiterung gleich deutlich sieht. Ausserdem habe ich die Erweiterung der Aorta abdominalis beim Frosche und einmal vollkommen deutlich beim Kaninchen gesehen. Vergl. E. H. Weber *Anatomie T.* 3. *p.* 67. Poiseuille (Magendie *Journ. T.* 9. *p.* 44.) hat durch einen ingeniösen Versuch sogar die Grösse der Erweiterung an den Arterien gemessen. Er entblösste die Carotis communis eines lebendigen Pferdes auf 3 Decimeter, und schob eine offene Röhre von weissem Blech, die durch ein schmales Deckelstück verschliessbar war, darunter. Mit diesem Stücke verschloss er die Röhre wieder, verschloss die Enden mit Wachs und Fett; den innern Raum der Röhre um die Arterie herum füllte er durch eine in die Röhre eingesetzte Glasröhre von aussen mit Wasser an. Bei jedem Pulsschlage stieg das Wasser in der 3 Millimeter weiten Glasröhre um 70 Millimeter, und fiel um eben so viel jedesmal darauf. Das eingeschlossene Stück Arterie war 180 Millim. lang, und nahm 11440 Cubicmillim. Raum ein; da es nun durch jeden Pulsschlag um einen Wassercylinder von 3 Millim. Durchmesser und 70 Millim. Länge d. h. um 494 Cubicmillim. an Ausdehnung zunahm, so folgt, dass es ungefähr um $\frac{1}{23}$ seines Raumes ausgedehnt wurde.

Man nimmt gewöhnlich an, dass der Puls in allen Arterien bei verschiedener Entfernung vom Herzen gleichzeitig sey. Weitbrecht, Liscovius und E. H. Weber (*Adnotat. anatom.*) haben indess das Gegentheil gezeigt, und in der That ist es leicht, sich vom Gegentheil der Behauptung von Bichat zu überzeugen. Die Arterien pulsiren in der Nähe des Herzens isochronisch mit der Contraction des Ventrikels, denn der Pulsus cordis ist die *Zusammenziehung* der Ventrikel, der Pulsus arteriarum aber die hierdurch und durch den Druck des Blutes bewirkte Ausdehnung der Arterien. Allein bei grösserer Entfernung vom Herzen ist der Puls

der Arterien nicht mehr ganz synchronisch mit dem Herzschlage, und variirt davon nach Weber um $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{7}$ Secunde. So ist der Puls der Art. radialis schon um etwas später als der Puls der Carotis communis. Der Puls der Maxill. ext. dagegen, bei ungefähr gleicher Entfernung vom Herzen, isochronisch mit dem Puls der Art. axillaris. Der Puls der Art. metatarsea auf dem Fussrücken um etwas später als der Puls der Maxill. ext. und der Puls der Carotis comm. E. H. Weber hat in der Abhandlung (de pulsu non in omnibus arteriis plane synchronico) die Ursachen dieses Zeitunterschiedes gezeigt. Wäre das Blut von ganz festen Röhren eingeschlossen, deren Wände keiner Ausdehnung fähig waren, so würde sich der Stoss des von der Herzkammer in die Arterien getriebenen Blutes bis zu den Enden der Blutsäule mit derselben Schnelligkeit fortpflanzen, mit welcher der Schall durch diese Flüssigkeit sich fortpflanzt (d. h. viel schneller als der Schall in der atmosph. Luft), dann würde der Druck des Blutes mit einem ganz unmerklichen Zeitverlust bis zu den Enden der Arterien sich fortpflanzen. Da aber die Arterien einiger Ausdehnung in die Breite und noch grösserer in die Länge fähig sind, so bewirkt die Zusammendrückung des Blutes vom Herzen aus zunächst nur die Ausdehnung der nächsten Arterien. Worauf diese durch ihre Elasticität sich wieder zusammenziehen, und so die nächsten Fortsetzungen der Arterien durch das comprimirte Blut ausdehnen, die auch wieder durch ihre Zusammenziehung die nächsten Theile ausdehnen und so weiter, so dass ein, wenn auch noch so kleiner Zeitraum verstreicht, ehe die Welle, d. h. die successive Zusammendrückung des Blutes, Erweiterung und Verengerung der Arterien bis zu den entfernten Arterien gelangt. Weber vergleicht diess mit der Fortpflanzung der Wellen, die ein in einen See geworfener Stein bewirkt. Auch diese Wellen pflanzen sich nicht mit der Schnelligkeit des Schalles fort. Die Schnelligkeit dieser Fortpflanzung ist vielmehr nach den Versuchen der Gebrüder Weber (*Wellenlehre. Leipz.* 1825. *p.* 188.) in einem 23 Zoll tiefen Wasser $5\frac{1}{4}$ Par. Fuss in einer Secunde. Bichat verwechselte die Bewegung der Wellen in einem Flusse mit seiner Strömung, und glaubte, der Puls rühre nicht von den fortschreitenden Wellen, sondern von dem allem Arterienblute zu gleicher Zeit mitgetheilten Stoss her. Die Bewegung der Wellen hängt aber immer von der durch Stoss bewirkten fortgepflanzten Oscillation, niemals von der Strömung ab, so dass das Wasser einer Welle sich hebt und senkt, aber an seinem Orte bleibt, während die Welle und Oscillation weiter fortschreitet, die also beständig in anderen Theilen Wassers stattfindet. Daher auch die leichtesten Körper auf den Wellen sich zwar heben und senken, aber bei dem Fortschreiten der Wellen an ihrem Orte bleiben.

Zur Fortpflanzung des Pulses wird eine continuirliche Blutsäule erfordert; wären die Arterien an einzelnen Stellen leer, so würde, wie Weber schliesst, die Fortpflanzung des Pulses viel langsamer seyn, oder ganz unterbrochen werden. Denn von Blut leere Stellen der Arterien müssten erst vom Strome des Blutes gefüllt werden, ehe der Stoss sich fortpflanzen könnte, und der

Strom des Blutes ist doch jedenfalls viel langsamer als die Fortpflanzung des Stosses. Daher leitet es Weber ab, dass der Puls in einer aneurysmatischen Arteriengeschwulst mit dem Herzschlage und dem Puls anderer Arterien nicht synchronisch ist. Denn das Coagulum im aneurysmatischen Sacke oder nicht ganz mit Blut gefüllte Räume desselben können ein Hinderniss der Fortpflanzung des Stosses seyn. Nach allem diesem ist der Puls der Arterien *die Wirkung der fortgepflanzten Oscillation in den Arterienhäuten und dem Blute der Arterien, welche ihre Ursache in dem Drucke des Blutes vom Herzen aus hat.* Weber *adnotat. anatom. et physiol. prolus. I.*

Weber hat noch weitere sehr nützliche Bemerkungen über den Nutzen der elastischen Haut der Arterien mitgetheilt. In dem Zeitraum von einem Herzschlage zum andern rückt das Blut in der Aorta nur um so viel weiter, als das vom Herzen ausgeflossene Blut Raum in dem ersten Stücke der Aorta einnimmt, d. h. einige Zoll. Die elastische Haut der Arterien bewirkt aber durch ihren beständigen Gegendruck, dass das Blut nicht bloss absatzweise, sondern ununterbrochen vorwärts gedrückt wird; das Blut fliesst aus einer geöffneten Arterie ununterbrochen, und der Strom wird nur in den grösseren Arterien während jedes Herzschlages augenblicklich verstärkt, eine Verstärkung, die um so weniger merklich ist, je kleiner die spritzenden Arterien sind. Weber bemerkt, dass das Herz einige Aehnlichkeit mit den Feuerspritzen habe, dass aus ihm die Flüssigkeit durch periodisch wiederholte Stösse ausgetrieben wird. Der Zweck beider Instrumente erfordert es aber, dass die Flüssigkeit ununterbrochen ausströme, diess ist in beiden dadurch bewirkt, dass bei jedem Drucke dieser Pumpenwerke nicht nur die Flüssigkeit fortgestossen, sondern auch ein elastischer Körper gespannt wird, welcher auf die Flüssigkeit zu drücken und sie auszutreiben fortfahrt, während das Pumpenwerk selbst nicht drückt. Dieser elastische Körper ist bei den Arterien die elastische Wand derselben, bei den Feuerspritzen die in ihrem Windkessel über dem Wasser befindliche Luft. Weber *l. c. de utilitate parietis elastici arteriarum. Anatomie* 3. *p.* 69. (Es ist eben so mit dem Regulator der Gebläse.) Bei Verknöcherung verliert sich diese Elasticität, daher die Anlage zu Schlagfluss, Gangrän etc.

Durch ihre Elasticität besitzen die Arterien die merkwürdige Fähigkeit um so enger zu werden, je weniger sie Blut enthalten, und, wie beim Blutflusse aus durchschnittenen Arterien, austreiben können. Wenn eine Arterie durchschnitten ist, so wird der Blutstrom allmählig immer kleiner. Bei einem Pferde, das Hunter zu Tode bluten liess, fand er, dass die Aorta um mehr als $\frac{1}{10}$, die Iliaca $\frac{1}{6}$, die Cruralis $\frac{1}{3}$ sich im Durchmesser verengerten, und dass Arterien von der Dicke der Art. radialis im Menschen bis zum Schliessen sich verengten. Abernethy *physiol. lect.* 224. Je stärker die Kraft des Herzschlages ist, um so mehr werden die Arterien ausgedehnt, und um so mehr Blut ist in ihnen im Verhältniss zu den Venen enthalten, je schwächer der Herzschlag ist, um so mehr kann die Elasticität der Arterien dem Antriebe des

Blutes das Gleichgewicht halten, um so enger sind die Arterien und um so weniger Blut enthalten sie im Verhältniss zu den Venen. Diese Folge tritt vor dem Tode ein, daher zum Theil die Blutleere der Arterien nach dem Tode; sie sind eigentlich grossentheils nicht ganz leer, sondern viele enthalten so viel Blut, als sie im verengtesten Zustande zu fassen vermögen. Bei einer Vivisection kann eine unverletzte Arterie ihren Durchmesser allmählig verkleinern, wie Parry, Tiedemann und auch ich gesehen haben. Diess braucht man aber weder von dem Reize der Luft, noch überhaupt von der vitalen Contractilität der Arterien abzuleiten, sondern es ist eine nothwendige Folge von der verminderten Kraft des Herzens.

Die älteren Schriftsteller und mehrere neuere haben die nach der Ausdehnung der Arterien erfolgende elastische Zusammenziehung der Arterien fälschlich für einen Muskularakt, und die Fasern der Arterienhaut für Muskelfasern gehalten, wovon sie sich, wie Berzelius gezeigt hat, in jeder Hinsicht unterscheiden. Die Fähigkeit, sich nach der Ausdehnung zusammenzuziehen, behalten die Arterien noch lange nach dem Tode, Tage lang, und die stossweise in die Arterien gestorbener Thiere getriebenen Flüssigkeiten bieten dieselben Erscheinungen des Pulses und der darauf folgenden Zusammenziehung dar, wie im lebenden Körper. Man hat für die nicht existirende Muskularcontractilität verschiedene Gründe aus der vergleichenden und pathologischen Anatomie beigebracht, welche gar nichts beweisen. Allerdings ziehen sich das gefässartige Herz der Insekten und die Hauptgefässstämme, nicht einmal alle Gefässstämme der Würmer, wie bei den Blutigeln, durch Muskularcontraction zusammen. Allein diess sind eben die Herzen jener Thiere, und es lässt sich zeigen, wie das Herz bei den niederen Thieren immer mehr die Form eines länglichen Schlauches annimmt, wie es denn bei dem Embryo in frühester Zeit nur ein erweiterter Theil des Gefässsystems ist. Das Herz ist daher in der Thierwelt überhaupt nur der mit Muskelsubstanz bekleidete und contractile Theil des Gefässsystems, der bald kurz, bald lang ist. Man hat auch für die Muskularcontractilität der Arterien die kopflosen Missgeburten angeführt, bei denen das Herz fast regelmässig fehlt, und deren Cirkulationssystem aus zwei Gefässsystemen besteht, die an zwei verschiedenen Stellen, nämlich in der Placenta und in den Organen des Körpers, durch Capillargefässe zusammenhängen; in manchen genauer bekannten Fällen, waren die Gefässe des Acephalen nur Aeste der Nabelgefässe eines zweiten vollständigen Embryo. Vergl. p. 197. Der Bulbus aortae der Fische und der nackten Amphibien zieht sich allerdings ganz deutlich zusammen, was Spallanzani, Wedemeyer und ich bei Fröschen und Salamandern gesehen, und ich habe auch selbst den Bulbus aortae der Frösche an der abgeschnittenen Aorta noch sich ganz vollkommen und so deutlich wie das Herz selbst zusammenziehen gesehen. Allein dieser Theil ist von der Aorta ganz verschieden, gehört zum Herzen und ist jenen Thieren, welche durchs ganze Leben oder in der Jugend einen Kiemenkreislauf haben, eigenthümlich. Man sieht hier gerade ganz deutlich,

dass die Aorta der Frösche über dem deutlich muskulösen Bulbus während der Contraction des letztern keine Spur von Contractilität besitzt, und es ist vollkommen unrichtig, wenn Spallanzani (*de' fenomeni della circolazione, Modena* 1773.), der sonst gegen die Muscularcontraktilität der Arterien streitet, behauptet, die Aorta descendens der Salamander bewege sich ausgeschnitten noch fort. Marshall Hall wollte bei dem Frosche und der Kröte eine auch nach Entfernung des Herzens noch pulsirende Arterie gefunden haben, die über dem grossen Querfortsatze des dritten Wirbels hergehen soll. Diess ist indess ein Missverständniss. An dieser Stelle habe ich allerdings ein eigenes pulsirendes Lymphherz gefunden, das aber mit keiner Arterie, wohl aber mit einer Vene zusammenhängt. Siehe Abschn. 3. Cap. 2. Die oscillirende Bewegung des Blutes nach Unterbindung der Aorta des Frosches, wobei das Blut unregelmässig bald eine Strecke vorwärts rückt, bald wieder zurücktritt, ist auch kein Beweis für Muskularcontraction der Arterien, obgleich es Hall dafür anführt. Diess hängt ganz von der fortdauernden Elasticität der Arterien und von mechanischen Hindernissen ab. Die Vena cava der Fische besitzt nahe am Herzen Muskularcontractilität, und zieht sich nach Nysten auf galvanischen Reiz zusammen. Nysten *l. c. p.* 351. Diess sah auch Wedemeyer bei warm- und kaltblütigen Thieren. *l. c. p.* 47. Nach meinen Beobachtungen ist diess vollkommen richtig; ich sah die Stämme der untern und der beiden oberen Hohlvenen des Frosches, der Lungenvenen und Hohlvenen bei jungen warmblütigen Thieren ohne Reizung sich deutlich rhythmisch contrahiren und die Venenstämme des Frosches sich auch nach abgeschnittenem Herzen und Vorhof rhythmisch zusammenziehen; aber die übrigen Venen zeigen keine Spur von Contractilität, weder ungereizt noch gegen galvanischen Reiz, und wenn Flourens regelmässige Contractionen der Hauptvenenstämme des Unterleibes beobachtet hat, so rühren diese wohl offenbar von den von mir entdeckten Lymphherzen des Frosches her, welche die Lymphe in die Venae jugulares und ischiadicae hineinpumpen. Das Kaudalherz des Aals am Ende der Vena caudalis ist contractil, aber die Vene selbst durchaus nicht. So scheinen auch die Arterien der Brustflossen der Chimaeren nach Duvernoy accessorische Herzen zu haben. Man hat für die Muskularcontractilität der Arterien den Umstand angeführt, dass der Puls an den gleichnamigen Gliedern zuweilen an Stärke verschieden ist, wie in Lähmungen; allein hier sind andere örtliche Ursachen vorhanden, und diess kann erklärt werden. In gelähmten Gliedern ist die Wechselwirkung zwischen Blut und Substanz vermindert, sie sind schlaff und welk, und oft weniger ernährt. Dagegen die vermehrte Wechselwirkung zwischen Substanz und Blut in activen Congestionen einen grössern Zufluss des Blutes und stärkern Puls durch verstärkte organische Affinität bewirkt. In entzündeten Theilen wird der Puls stärker gefühlt, bei der Anhäufung des Blutes und dem gehemmten Durchgange durch die Capillargefässe. Dass aber der Puls in verschiedenen Theilen an Frequenz verschieden sey, darüber existirt keine zuverlässige Beob-

achtung, und es ist unbegreiflich, wie Schriftsteller heut zu Tage ein solches Mährchen ohne Prüfung nacherzählen können.

Der Ausfluss des Blutes aus einer an zwei Stellen unterbundenen Arterie beim Anstich, ist auch nur eine Folge der elastischen Contraction der Arterien. Man hat endlich für die Muskularcontractilität der Arterien und ihren vitalen Antheil an der Bewegung des Blutes angeführt, dass die Gangraena senilis vorzugsweise bei Verknöcherungen in den Arterien stattfindet. Allein Wedemeyer bemerkt, dass die Gangraena senilis zuweilen ohne diese Verknöcherungen, und die Verknöcherungen ohne Gangraena senilis vorkommen, so dass die Gangraena senilis noch andere Ursachen zu ihrer Entstehung erfordert, und das alte Falsum cum hoc, ergo propter hoc nichts erklärt. Siehe über Alles diess Wedemeyer l. c. Wenn nun alle bisherigen Gründe für die Muskularcontractilität der Arterien auf nichts beruhen, so sind offenbare Gegenbeweise gegen die Contractilität derselben vorhanden.

Berzelius bemerkt mit Recht, dass die stärksten galvanischen und elektrischen Reize keine Spur von Contraction an den Arterien erregen. Nysten (*recherches de physiol. et pathol. chimiques. Paris* 1811.) stellte öfter galvanische Versuche an der Aorta kurz vorher enthaupteter Verbrecher an, bemerkte aber keine Spur von Contraction. Derselbe entdeckte keine Spur von durch Galvanismus erregter Contraction an der Aorta abdominalis der Fische. Schon Bichat hatte ähnliche Resultate erhalten; dann hat Wedemeyer an vielen Thieren mit einer galvanischen Säule von 50 Plattenpaaren an den Carotiden, und an der Aorte thoracica nie eine Spur von Muskularcontraction bemerkt; ich habe sehr oft den Galvanismus als Prüfungsmittel hierzu benutzt, und weder bei Fröschen mit geringen und starken galvanischen Reizen, noch bei Säugethieren, namentlich Kaninchen, mit einer Säule von 60—80 Plattenpaaren die geringste Spur von Contraction bewirken können. Man hat zwar bemerkt (Bichat, Treviranus), dass auch das Herz nicht empfänglich für den galvanischen Reiz sey, wovon Humboldt gerade das Gegentheil beobachtete. (*Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaser* 1797, *I.* 340.) Allein Pfaff, J. Fr. Meckel, Wedemeyer haben auf entschiedene Art diese Empfänglichkeit am Herzen bemerkt, und ich selbst habe nicht allein an dem schon ruhenden Froschherzen mit einem einfachen Plattenpaar Zusammenziehung auf der Stelle erregt, sondern auch beim Hunde, dessen Herz schon zu schlagen aufgehört hatte, durch den Reiz einer Säule von 40 Plattenpaaren auf der Stelle die lebhafteste Contraction erregt.

Der mechanische Reiz bewirkt so wenig als der galvanische Reiz Contractionen der Arterien. Dagegen ist es nicht zu läugnen, dass manche chemische Substanzen, z. B. Mineralsäuren, salzsaurer Kalk, an den Arterien Zusammenziehungen bewirken; sie thun diess aber nur, indem sie eine chemische Veränderung in der Substanz der Arterien hervorbringen, was oft davon abhängt, dass der Substanz ein Theil ihres Wassers entzogen wird. Weber's *Anat.* 3. Diese Veränderungen beweisen nichts für die Muskular-

contractilität der Arterien. Die Reizbarkeit der Muskeln dauert bei Säugethieren nie über $\frac{3}{4}$ Stunden nach dem Tode, in der Regel viel kürzere Zeit; jene Veränderungen lassen sich aber noch Tage lang nach dem Tode, und zwar nicht allein an den Arterien, sondern auch an anderen Theilen, welche keine Muskularcontractilität haben, erzeugen, wie an der Haut. Tiedemann und Gmelin sahen, dass Schwefelsäure Arterien zusammenzog, die schon ein Jahr in Weingeist aufbewahrt waren. *Versuche über die Wege etc.* 68. So erzeugt auch, wie Wedemeyer bemerkt, heisses und kochendes Wasser noch am 4. Tage in der menschlichen Haut eine der Muskularcontraction sehr ähnliche Contraction und Kräuselung, und ähnliche Zusammenziehungen kann man mit Säure in längst erstorbenen Muskelfiebern, am Bauchfell, in der äusseren Haut erzeugen. l. c. p. 75. Alles diess beweist, dass die meisten thierischen Theile, ohne Unterschied, ob sie Muskularcontractilität besitzen oder nicht, gegen chemische Einflüsse durch Aeusserung von chemischer Affinität im lebenden und todten Zustande Zusammenziehungen zeigen können, welche aber von der Muskularcontraction ganz verschieden sind, welche letztere nach dem Absterben der Theile nicht mehr erregt werden kann, und welche nicht allein auf chemische Einflüsse, sondern auch auf mechanische und galvanische Einflüsse deutlich und schnell sich äussert. Hastings hat in seiner Abhandlung über die Irritabilität der Arterien (*über Entzündung der Schleimhaut der Lungen, übers.* Busch. *Bremen* 1822.) nach den mit chemischen Mitteln an Arterien angestellten Versuchen zu viel geschlossen, indem er die durch sie verursachte Zusammenziehung für Muskularcontraction hielt, auch hat er die auf die Erweiterung oder den Puls der Arterien folgende Zusammenziehung derselben nicht in ihrer wahren Ursache erkannt, die als Elasticität der Arterienwände so gut in den todten und mit Flüssigkeit stossweise eingespritzten Arterien, als während des Lebens alle Phänomene des Pulses erzeugt. Vergl. Parry *über die Ursache des arter. Pulses. Hannov.* 1817.

Aus allen diesen Thatsachen folgt, dass rhythmische Muskularcontractionen der Arterien durchaus nicht bei dem Kreislaufe wirken, und dass die Verminderung des Durchmessers der Arterien nach der Ausdehnung durch den Impuls des Blutes Folge ihrer Elasticität ist. Ob die bei Blutstillung verwundeter Arterien, beim Blosslegen und beim Drehen der Arterien beobachteten Verengerungen derselben ganz nur eine Folge der Elasticität sind, oder ob eine lebendige, allmählig, nicht rhythmisch wirkende Zusammenziehungskraft der Arterien (*tonus*) ausser der Elasticität mitwirke, wie Parry, Tiedemann und E. H. Weber (*Anat.* 4. 75.), (Tiedemann auch am Stamme der Lymphgefässe) annehmen, ist eine ganz andere Frage: Mehrere Beobachter haben bereits eine Zusammenziehung der kleinen Arterien von Kälte gesehen. Die Versuche von Schwann erweisen die langsam wirkende Contractilität von Kälte an den Arterien im Mesenterium des Frosches und der Feuerkröte zur Evidenz. Nachdem das Mesenterium derselben unter dem Mikroskope ausgebreitet war, brachte er einige Tropfen Wasser auf dasselbe von einer Tem-

peratur, die einige Grade niedriger war als die Temperatur der Luft. Bald darauf begann die Verengung und die Gefässe verengerten sich binnen 10 — 15 Minuten allmählig so, dass der Durchmesser des Lumens einer Arterie, der Anfangs 0,0724 engl. Lin. betrug, auf 0,0276 reducirt, als um das 2 — 3fache verkleinert, das Lumen der Arterie selbst also um das 4 — 9fache verengt wurde. Die Arterie erweiterte sich darauf wieder und hatte nach einer halben Stunde ihre frühere Ausdehnung wieder erlangt. Wurde nun von neuem Wasser darauf gebracht, so verengte sie sich wieder, und so liess sich der Versuch an derselben Arterie mehrmals wiederholen. Die Venen aber verengerten sich nicht. Ich habe diese Phänomene oft beobachtet, so wie sie Schwann beschrieben. Von welchem Gewebe diese langsam wirkende Contractilität herrühre ist noch nicht bekannt. Von Muskelfasern rührt sie keinesfalls her; denn diese sind nicht vorhanden. Die Wirkung der Kälte zur Hervorrufung der Zusammenziehung ist für mehrere nicht musculöse Theile characteristisch, und ebenso die geringe Wirkung der Elektricität. In beidem stimmt das contractile Gewebe der Arterien ganz mit dem leimgebenden contractilen Gewebe der Tunica dartos überein, dessen mikroskopische Structur sonst ganz vom elastischen Gewebe abweicht und dem Zellgewebe ähnlich ist. Von diesen und ähnlichen Geweben wird ausführlicher im 2. Bande der Physiologie gehandelt. Die langsame Verengung durchschnittener Arterien, ihr Zurückziehen in die Zellgewebescheide und die Gerinnung des Blutes erklären die freiwillige Stillung des Blutes aus nicht zu grossen durchschnittenen Arterien. Aus der unmerklichen den Arterien eigenen lebendigen Zusammenziehung lässt sich auch sehr gut die theilweise Leerheit der Arterien nach dem Tode erklären, weil die Arterien dann ihre lebendige unmerkliche Contractilität, durch welche sie das Blut zuletzt noch weiter getrieben, verlieren und wieder weiter werden, worauf bloss ihre physikalische Elasticität bis zur Entmischung zurück bleibt.

Nach der bisherigen Untersuchung ist es gewiss, dass die Kraft, durch welche sich das Blut in den Arterien bewegt, hauptsächlich die Kraft des Herzens ist; es fragt sich jetzt, wie gross dieselbe ist, um die Phänomene, welche sie bewirkt, zu erzeugen, und wie sich die Kraft und Geschwindigkeit des Blutes in verschiedenen Theilen des arteriellen Systems verhält. Hales, *Haemastatik, Statik des Geblüts. Halle.* 1748. *p.* 1—41. beobachtete, wie hoch das Blut in Glasröhren stieg, die er in die Arterien eingefügt hatte; aus der A. cruralis des Pferdes stieg es 8—9 Fuss, aus der Arteria temporalis des Schafes 6½, bei Hunden 4—6 Fuss, während es in der Vena jug. beim Pferde nur 12—21 Zoll, beim Schafe 5½ Zoll bei Hunden 4—8½ Zoll stieg. Wir werden indess hierüber vorzüglich die genauen Untersuchungen von Poiseuille zu Rathe ziehen. Magend. *Journ.* 8. 272. Poiseuille bediente sich eines eigenen von ihm erfundenen Instrumentes. Diess besteht aus einer langen Glasröhre, welche in ihrem Anfange an einer kurzen Strecke horizontal, dann unter rechtem Winkel herabsteigt, und in ein langes Stück wieder aufsteigt. Wird Quecksilber in den

herab- und aufsteigenden Theil gebracht, so nimmt es ein gleiches Niveau in beiden Schenkeln ein, und bei einer senkrechten Stellung der Schenkel ist die Höhe der Quecksilbersäule in beiden unten communirenden Schenkeln gleich. Kann nun das Blut aus einer Arterie durch den horizontalen Schenkel in den herabsteigenden Schenkel gelangen, so drückt es mit der Kraft, durch die es in den Arterien bewegt wird, auf das Quecksilber des herabsteigenden Schenkels, und das Queksilber wird in diesem Schenkel fallen, und in dem aufsteigenden sich erheben. Reichte das Quecksilber vorher in beiden Schenkeln bis zum Abgange des Horizontalstückes der Röhre, so wird die Tiefe, zu welcher es in dem einen Schenkel fällt, summirt zur Höhe, zu welcher es in dem andern steigt, die ganze Höhe der Quecksilbersäule angeben, welche dem Drucke des Blutes das Gleichgewicht hält, wovon indess die Schwere der Blutsäule, die an die Stelle der Quecksilbersäule in den herabsteigenden Schenkel tritt, abgezogen werden muss; die mehr als 10mal kleiner ist, als eben so viel Maass Quecksilber. Poiseuille berechnet die Kraft, womit sich das Blut in den Arterien bewegt, nach Gesetzen der Hydrostatik aus der Grösse des Durchmessers der Arterie und der Höhe der Quecksilbersäule; die Kraft des in den Arterien bewegten Blutes wird nämlich durch das Gewicht einer Quecksilbersäule gemessen, deren Basis ein Zirkel ist vom Durchmesser der Arterie, und deren Höhe die Differenz des Quecksilberstandes im Instrumente ist. Um die Gerinnung des Blutes bei dem Eindringen in die horizontale Röhre zu verhüten, wurde dieser Theil der Röhre vor dem Quecksilber mit einer Auflösung von unterkohlensaurem Kali gefüllt, was das Blut flüssig erhält. Nach Poiseuille ist der Druck eines Theilchens Blut in den grösseren Arterien gleich; sie mögen nun dem Herzen näher oder ferner, etwas grösser oder kleiner seyn, z. B. Carotis und Aorta, Carotis und Cruralis. So war die Höhe der verdrängten Quecksilbersäule an allen Arterien desselben Thieres gleich. Nach Poiseuille hält das Blut einer Arterie beim Hunde einer Quecksilbersäule von 151 Millimet. oder einer Wassersäule von $6\frac{1}{3}$ Par. Fuss, bei Rindern einer Quecksilbersäule von 161 Millim. oder einer Wassersäule von 6 Fuss 9 Zoll, bei Pferden einer Quecksilbersäule von 159 Millim., und bei jenen Säugethieren im Mittel von 156 Millim. oder einer Wassersäule von 6 Fuss 7 Zoll das Gleichgewicht.

Poiseuille sah auch vermittelst seines Instrumentes, was Haller und Magendie schon beobachtet hatten, dass die Stärke des Bluttriebes in der Exspiration, wobei die Brust mit Zusammendrückung der Gefässstämme verengert wird, vermehrt ist, so dass die Quecksilbersäule bei jeder Exspiration etwas steigt, bei der Inspiration fällt. Dieses Steigen und Fallen ist bei Arterien in verschiedener Entfernung vom Herzen gleich, und es beträgt 10—20 Millim. bei ruhiger Respiration. Diese Verstärkung des Bluttriebes durch das Ausathmen ist bei manchen Menschen besonders gross, so dass der Puls an der Art. rad. bei langem anhaltendem Einathmen unfühlbar wird. In diesem Falle bin ich; ich mache auf der Stelle den Puls der Art. rad. verschwinden, sobald ich

nur tief inspirire und den Athem einhalte, was einiges Licht auf die Mährchen von willkürlicher Veränderung des Herzschlages wirft.

Da sich nun endlich nach Poiseuille,s Versuchen ein Theilchen Blut in den verschiedensten Arterien mit gleicher Kraft bewegt, so schloss er, dass man, um die Kraft des Blutdruckes in einer Arterie von bestimmtem Caliber zu messen, nur den Umfang derselben, und die Höhe des Blutdruckes im Instrumente zu nehmen habe; denn die Kraft des Blutes in einer bestimmten Arterie wird durch das Gewicht einer Quecksilbersäule repräsentirt, deren Höhe das Instrument angiebt, und deren Umfang der Umfang der Arterie ist. Nimmt man nun mit Poiseuille in einem Manne von 29 Jahren den Durchmesser der Aorta bei ihrem Ursprunge =34 Millimeter, so beträgt der Flächeninhalt des Umfanges 908,2857 Quadratmillimeter. Nimmt man nun für die Höhe der Säule des Instrumentes beim Menschen das Mittel der an Thieren beobachteten höchsten und niedrigsten Höhen zwischen 180 und 140 Millimeter, also 160 Millimeter, so giebt $908{,}2857 \times 160 = 145325{,}71$ Cub. Millimeter Quecksilbersäule, deren Gewicht=1,971779 Kilogr. oder 4 Pfund, 3 gros, 43 gr. statische Kraft des Blutes im Momente, wo es in die Aorta strömt. So erhält man für das Rind 10 Pfund, 10 Unzen, 7 gros, 61 gr., für die Art. radialis 4 gros.

Ehemals glaubte man, dass die stumpfen und spitzen Winkel, unter welchen die Aeste von den Gefässen abgehen, einen Einfluss auf die Geschwindigkeit haben, indem die stumpfen Winkel die Bewegung mehr hemmen. Weber (*Anat.* 3. 41.) bemerkt hingegen, dass diess nur einen Einfluss auf die Geschwindigkeit einer Flüssigkeit habe, wenn sie bei ihrer Fortbewegung so wenig Widerstand findet, dass ihr Lauf durch Summirung der Stösse, die sie empfängt, nach einer bestimmten Richtung hin beschleunigt wird. Im entgegengesetzten Falle befindet sich die Flüssigkeit in den Röhren überall unter gleichem Drucke, und strebt mit gleicher Kraft nach allen Richtungen hin. Dagegen muss das Blut in den kleineren Arterien dadurch langsamer fliessen, als in den grösseren, dass die Summe der Lumina der Aeste immer grösser ist, als das Lumen der Stämme, weil eine engere Röhre bei gleicher Kraft schneller von derselben Masse erfüllt und durchströmt wird, als eine weitere Röhre, die in kurzen Abschnitten so viel enthält, wie eine engere Röhre in längeren Abschnitten. Ursachen, welche die Geschwindigkeit der Blutbewegung überhaupt vermindern, sind weniger die häufigen Anastomosen der Arterien als die immer mehr zunehmende Reibung an den Wänden in den kleinsten Gefässen. Die Anastomosen erleichtern die Mittheilung des Blutes. Wenn zwei Arterien anastomosiren, so gehen aus den anastomosirenden Gefässen, oder aus der Anastomose selbst Aeste hervor. Im erstern Falle wird, so weit man diess mit dem Mikroskope beobachten kann, die Anastomose in der Richtung durchströmt, welche am wenigsten Widerstand darbietet, und das Blut geht aus der Anastomose in das Gefäss über, dessen Weite gross genug ist, um das Blut von zwei Gefässen zugleich aufzunehmen. In solchen Fällen wird aber die Anastomose im-

mer in einer Richtung durchströmt. Giebt die Anastomose selbst einen Ast ab, so strömt das Blut von zwei Seiten zugleich in diesen Ast weiter, oder in der einen Richtung weiter.

Während des Lebens muss nach Einwirkung eines zufälligen Druckes die Richtung, in welcher die Anastomosen durchströmt werden, sehr veränderlich seyn.

b. Von den Capillargefässen.

1. *Bau der Capillargefässe.*

In allen organisirten Theilen geschieht der Uebergang des Blutes aus den feinsten Zweigen der Arterien in die feinsten Zweige der Venen durch netzförmige mikroskopische Gefässchen, in deren Maschen die eigentliche Substanz der Gewebe liegt. So sieht man es an allen feinen Injectionen, eben so bei mikroskopischer Beobachtung des Blutlaufes an lebenden durchsichtigen Theilen, wie an der Schwimmhaut, den Lungen und der Harnblase der Frösche, dem Schwanze der Froschlarven, am bebrüteten Ei, an jungen Fischchen, an den Kiemen der Larven der Wassersalamander, an den Flügeln der Fledermäuse und im Gekröse aller Wirbelthiere, endlich selbst an undurchsichtigen Theilen der Larven der Salamander mit dem einfachen Mikroskope, wie ich in Meck. *Archiv für Anat. u. Physiol.* 1829. beschrieben habe. Die feinsten Arterien bilden bei der Verzweigung immer mehr Anastomosen unter einander, und diese Anastomosen gehen zuletzt in ein continuirliches Netz über, von denen aus sich die Venenanfänge wieder sammeln. Man nennt diese netzförmigen Uebergänge der Arterien in Venen wegen ihrer Feinheit Capillargefässe. Es lässt sich nicht bestimmt angeben, wo die feinsten Gefässe aufhören Arterien zu seyn und wo die feinsten Venen in diesem Netze anfangen. Denn der Uebergang ist allmählig, aber die netzförmigen Uebergänge haben doch das Eigenthümliche, dass die Gefässchen einen gleichen Durchmesser behalten, dass sie nicht mehr in einer Richtung dünner werden, wie Arterien und Venen, und dass gerade, wo die Gefässchen wieder in zunehmenden Zweigen sich sammeln, Arterien- und Venenanfänge allmählig daraus hervorgehen. Diess berechtigt aber nicht, mit Bichat ein eigenes Capillargefässsystem im Unterschiede von Arterien und Venen anzunehmen.

Die feinsten Capillargefässe sind dem Durchmesser der Blutkörperchen angemessen; man misst sie an fein injicirten Theilen. Der Durchmesser derselben variirt von $\frac{1}{1000}$ — $\frac{1}{4000}$ ja bis $\frac{1}{5000}$ P. Zoll; im Durchschnitt ist er am häufigsten 0,00025 — 0,00050. Die feinsten Capillargefässe hat man im Gehirne beobachtet, wo sie nach E. H. Weber's Messungen bis $\frac{1}{5100}$ = 0,00019 P. Z. betragen; in den Nieren des Menschen betragen sie nach meinen Messungen 0,00037 — 0,00058, in den Processus ciliares 0,00053. E. H. Weber fand ihren Durchmesser in der Schleimhaut des Dickdarmes 0,00033 — 0,00050, in einer Lymphdrüse eben so, in der äussern Haut 0,00080, in einer entzündeten Haut 0,00025 — 0,00050. Im mit Blut gefüllten Zustande, wo sie wohl nicht so ausgedehnt als

im injicirten Zustande sind, sind sie noch wenig gemessen worden. Weber fand sie am Hodensacke eines neugebornen Kindes, wo sich die Oberhaut abziehen liess $= \frac{1}{3235}$ P. Z. Bei ganz jungen Thieren sind die Capillargefässe grösser, so wie auch die Blutkörperchen des Embryo zum Theil grösser sind. Keine anderen Elemente der thierischen Gewebe sind viel feiner. Die Muskelfasern, welche man früher wohl zu fein angegeben hat, sind nach Prevost und Dumas $\frac{1}{8100}$ P. Z. = 0,00012. Die Primitivfasern der Muskeln des Menschen sind 5 — 6mal feiner als seine Blutkörperchen. Ich fand die Primitivfasern der Nerven bei Säugethieren $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ so dünn als die Blutkörperchen breit sind.

Mit anderen Kanälen verglichen, sind die Capillargefässe immer kleiner, die Gallenkanälchen der Leber, die Harnkanälchen der Nieren sind, wo sie am feinsten sind, immer noch einige Mal stärker als die Capillargefässe, so dass letztere sich in ihren Zwischenräumen und ihrem Bindegewebe oder Interstitialzellgewebe verbreiten. So fand ich die Ductus uriniferi serpentini corticales der Pferdenieren injicirt =0,00137—0,00182 P. Z.; die Harnkanälchen der Schlangennieren bis ans Ende mit Quecksilber gefüllt 0,00232—0,00423 nach meiner Injection. Die gefiederten blinden Enden der Harnkanälchen bei den Vögeln fand ich im injicirten Zustande =0,00174 P. Z., die feinsten Gallenkanälchen der Leber bis ans Ende nach meinen glücklichen Versuchen beim Kaninchen mit Leim und Zinober injicirt, fand ich = 0,00108 —0,00117 P. Z. Die feinsten bläschenförmigen Anfänge der Speichelkanälchen der Parotis injicirt, fand E. H. Weber =0,00082, nach meinen neueren Messungen sind sie beim Hunde mit Quecksilber gefüllt 0,00187. Die bläschenförmigen Anfänge der Kanäle im Pankreas der Gans mit Queksilber injicirt, fand ich 0,00137 — 0,00297. In der Milchdrüse vom säugenden Igel fand ich sie 0,00712, beim säugenden Hunde injicirt =0,00260. Die Samenkanälchen im Hoden des Menschen haben nach meinen Messungen nicht injicirt 0,00470, mit Quecksilber gefüllt 0,00945. Siehe das Weitere über meine älteren Injectionen und Messungen Meck. *Arch. für Anat. u. Phys.* 1830. J. Mueller *de glandularum structura penitiori earumque prima formatione in homine et animalibus. Lips. fol. cum. tab.* 17. *p.* 112. Alle diese verschiedenen Elemente der Gewebe, Drüsenkanälchen, Muskelfasern, Nervenfasern, werden von den Netzen der Capillargefässe umgeben und verbunden. Die Primitivfasern der Muskeln, die Primitivfasern der Nerven erhalten selbst keine Gefässe mehr, denn sie sind selbst dünner als die feinsten Capillargefässe. Nie sieht man bei Untersuchung frischer glücklicher Injectionen von diesen Theilen andere Capillargefässe, als solche, die sich in den Zwischenräumen der Primitivfasern verbreiten. Es ist wohl eben so mit den feinsten Drüsenkanälchen. Die Capillargefässe der Nieren legen sich überall zwischen und über die Ductuli uriniferi hin, aber diese selbst werden nach meinen Beobachtungen niemals injicirt.

Die Form der Capillargefässnetze ist im Allgemeinen sehr einfach, und variirt bloss in dem Unterschiede von engeren und weiteren Maschen der Netze, gleichförmigen oder länglichen Ma-

schen. In den Muskeln und Nerven bilden die Capillargefässnetze auch längliche Maschen an den Primitivfasern, und diesen entsprechend. Was Soemmerring und Doellinger, und namentlich Berres in seinen verdienstlichen Untersuchungen (*med. Jahrb. d. österr. Staates. Bd.* 14.) über den Unterschied der kleinsten Gefässe in den verschiedenen Geweben beobachtet haben, ist sehr richtig, gilt aber nicht von den feinsten Capillargefässnetzen selbst, sondern von der Form der in diese Netze sich verzweigenden kleinsten Arterien und Venen. So bemerkt Soemmerring, dass die Verzweigung in den dünnen Därmen einem unbelaubten Bäumchen, im Mutterkuchen einem Quästchen, in der Milz einem Sprengwedel, in den Muskeln einem Reiserbündel, in der Zunge einem Pinsel, in der Leber einem Sterne, in den Hoden und im Adergeflechte des Hirnes einer Haarlocke, in der Riechhaut einem Gitter ähnlich sey. In den Kiemen nehmen Arterien und Venen die Richtung der Kiemenblätter, so dass das arteriöse Strömchen an der einen Seite aufsteigt, an der andern das venöse herabsteigt. In den Sehnen ist die Vertheilung der Gefässe nach E. H. Weber dendritisch, ohne dass diese Gefässe genau mit den länglich reiserförmigen Gefässen der Muskeln zusammenhängen. In der Nierenrinde giebt es eigenthümliche glomeruli von Blutgefässen mitten in den Capillargefässnetzen. Diese runden Körperchen, corpora Malpighiana, sind blosse Knäuel des in sie eintretenden arteriösen Zweiges, auf dem sie wie eine Frucht aufsitzen; sie stehen durchaus nicht im Zusammenhange mit den Harnkanälchen, was man früher angenommen hat, wie meine Untersuchungen und die von Huschke und Weber zeigen. Mueller *de gland. struct. penit. p.* 100. 101. Huschke hat neuerlichst bewiesen, dass die feine Arterie, die in diese Körperchen tritt, nach vielen Windungen wieder aus denselben hervortritt, um in das Capillargefässnetz über zu gehen, wie sich beim Wassersalamander beobachten lässt. Tiedemann und Treviranus *Zeitschrift für Physiologie.* 4. *Bd.* 1. *H. p.* 116. *tab.* 6. *fig.* 8. An den Enden der Zotten der Placenta des Menschen biegt eine Capillararterie in eine Capillarvene um, wie E. H. Weber's schöne Untersuchungen zeigen, *Anatomie* 4. In der Vertheilung der feinsten Arterien giebt es also viele Formen, allein in den Capillargefässnetzen selbst giebt es keinen weitern Unterschied, als die Grösse der Maschen, und ihre mehr längliche oder gleichförmige Gestalt. Davon habe ich mich besonders bei Untersuchung der Drüsen überzeugt, wo, so verschiedenartig die Anordnung der feinsten Drüsenkanäle seyn mag, die Capillargefässe selbst aber nur Netze sind, und die Vertheilung der Drüsenkanälchen nicht nachahmen. In der Marksubstanz der Nieren, wo die Harnkanälchen zu pyramidenförmigen Büscheln zusammentreten, bilden die feinen Arterien, und wie ich neuerlichst durch Injection mich abermals überzeugt, auch die Venen lauter langgestreckte Gefässe zwischen den Harnkanälchen, so dass man sie gewöhnlich für von den Blutgefässen aus injicirte Harnkanälchen fälschlich gehalten hat; allein auch diese gestreckten Blutgefässe bilden wieder sehr längliche Maschen von Capillargefässen, indem sie von

der Rinde gegen die Nierenwarzen feiner werden, und bilden zuletzt ein Netz an den Warzen selbst um die Mündungen der Harnkanäle. So gehen auch die Gefässreiserchen zwischen den Nerven- und Muskelfasern fort, allein die Capillargefässe sind hier um die parallelen Fasern eben so gut Netze, wie in den Hoden um die gewundenen Samenkanäle, und in der Nierenrinde um die gewundenen Harnkanälchen. Die feinen Arterien folgen zwar in den Kiemen der Salamanderlarven der Vertheilung der Kiemenblättchen, und gehen in herabsteigende Kiemenblutäderchen über; allein zwischen beiden ist ein Netz auch in dem feinsten Blättchen, welches RUSCONI und Andere übersehen haben; ich sah die Bewegung der Blutkörperchen durch dieses Netz.

Die dichtesten Netze mit den kleinsten Maschen finden sich in den Lungen, in der Chorioidea, schon weniger in der Iris und im Ciliarkörper; ferner in den Lungen, Leber, Nieren, Schleimhäuten, Lederhaut. In der Choriodea des Truthahns finde ich die Zwischenräume gerade so breit, oder noch kleiner, als der Durchmesser der Capillargefässe. In den Lungen des Menschen sind die Zwischenräume fast noch kleiner als die Strömchen. WEBER *Anat.* 4. 203. In den Nieren des Menschen und des Hundes finde ich den Durchmesser der injicirten Capillargefässe im Verhältnisse zu den Zwischenräumen wie 1 : 4 — 1 : 3. Im Gehirne, das zwar eine sehr grosse Menge Blut erhält, aber auch das Blut im Innern in seinen sehr feinen Capillargefässen in weniger zahlreiche Netze vertheilt, sondern dieselbe Blutmenge schneller wieder abgiebt, fand E. H. WEBER das Verhältniss des Durchmessers der Capillargefässe zum Längendurchmesser der Maschen = 1 : 8 — 10, zum Breitendurchmesser der Maschen wie 1 : 4 — 6. In Schleimhäuten, z. B. in der Conjunctiva palpebrarum, und in der Lederhaut fand WEBER die Röhrchen viel dicker als in dem Gehirne, aber die Zwischenräume enger, im Verhältnisse zu diesen wie 1 : 3 — 4. An der Knochenhaut waren die Zwischenräume viel grösser. Siehe E. H. WEBER's Ausgabe von HILDEBRANDT's *Anat.* 3. *B. p.* 45. Die Knochen, Knorpel, Bänder, Sehnen haben die wenigsten Blutgefässe und Capillargefässe. An den Grenzen zwischen Muskel- und Sehnenfasern sieht man den grossen Unterschied in dem Gefässreichthum beider, die Blutgefässchen der Muskeln kehren hier nach DOELLINGER grösstentheils um, und hängen nicht eng mit den sparsamen Gefässen der Sehnen zusammen. Dasselbe Verhältniss beobachtete PROCHASKA zwischen dem freien Theile der Synovialhäute, und demjenigen, welcher die Gelenkknorpel überzieht. PROCHASKA *disquisitio anatomico-physiologica organismi humani. Viennae* 1812. *p.* 96. WEBER *l. c.* 3. *p.* 43. Eine sehr schöne Injection der Knorpel der Luftröhre, des Kehlkopfes, der Rippenknorpel vom Fuchse sah ich im Museum von FREMERY in Utrecht. Zweifelhaft schienen die Gefässe noch in der innern glänzenden Schicht der serösen Häute; nach den Injectionen von BLEULAND, die ich zu Utrecht sah, habe ich Anstand, RUDOLPHI's Meinung zu theilen, dass die Gefässe der serösen Häute in dem subserösen Zellgewebe sich befinden; VAN DER KOLK besitzt Injectionen des

Peritonäums, die keinen Zweifel übrig lassen, dass diese Häute selbst Gefässe enthalten. *Observ. anat. path.* 27. Zweifelhaft sind sie im Glaskörper, in der Substanz der Cornea.

Das Resultat der mikroskopischen Beobachtungen und der feinsten Injectionen ist, dass die Capillargefässe nur Uebergänge der Arterien in die Venen sind, und dass keine andere Art von Gefässen aus ihnen entspringt, dass die feinsten Arterien an keiner Stelle aufhören, ohne durch Capillargefässe in Venen überzugehen, mit einem Worte, dass es keine feinsten Gefässenden giebt. Man muss diess Ergebniss der feinen Anatomie um so sicherer feststellen, da Haller leider die Hypothese von den offenen Arterienenden, von denen er 5 Arten, Oeffnung in Membranen, in Lymghgefässe, in secernirende Kanäle, in Fett, endlich in Venen annahm, nur zu sehr nach den rohen physiologischen Vorstellungen seiner Vorgänger befestigt hat. Allein in jenen Zeiten waren die offenen Gefässenden ein nothwendiges Postulat, weil man sich nicht einmal die Absonderung des Schleimes und Fettes ohne offene Blutgefässenden denken konnte. Von allen diesen Uebergängen existirt kein einziger, als der beständige Uebergang der arteriösen in venöse Kanäle. Nachdem Mascagni, Hunter, Prochaska, Soemmerring schon jene Hypothese glücklich bekämpft hatten, blieb der Uebergang der Blutgefässe in die secernirenden Kanäle der Drüsen immer noch zweifelhaft. Indessen haben meine Untersuchungen, über alle Drüsen ausgedehnt, um den Bau und die feinsten Anfänge der secernirenden Kanäle kennen zu lernen, so wie die ähnlichen Beobachtungen von Huschke und Weber, Arbeiten, welche sich auf bessere Hülfsmittel, nämlich Injection der secernirenden Kanälchen selbst, Anwendung des Mikroskopes, Entwickelungsgeschichte des Embryo, gründen, für die Nichtexistenz dieses Zusammenhanges in allen absondernden Drüsen entschieden, und bewiesen, dass die Wurzeln der secernirenden Kanäle, wie mannigfaltig sie auch in den verschiedenen Drüsen gebildet sind, blinde Anfänge haben. J. Mueller *de gland. struct. penit. Lips.* 1830. Auch die Vasa exhalantia, welche selbst Bichat noch als offene Seitenzweige der Capillargefässe supponirte, sind eine reine Fiction, und eine exhalirende Membran, wie das Peritonäum, enthält nur Capillargefässnetze mit flächenhafter Ausbreitung, so dass Flüssigkeiten aus den Capillargefässen in die Höhlen nur eben so ausdünsten können, wie sie die Substanz der Organe selbst tränken, durch die Permeabilität aller thierischen Theile für aufgelöste Stoffe, durch die zwar nicht sichtbare, aber doch nothwendig vorhandene allgemeine Porosität der thierischen Substanz auch in ihren kleinsten der Aufweichung fähigen Moleculen. So dringt, wie Mascagni zeigte, wenn man Arterien mit einer durch Zinnober gefärbten Leimauflösung einspritzt, eine ungefärbte Flüssigkeit wie Thau auf der Oberfläche der Häute hervor, ohne dass die Farbetheilchen durchgelassen werden. Dass es Vasa serosa, d. h. so feine Zweigelchen der Blutgefässe gebe, die keine Blutkörperchen, sondern nur die Lymphe des Blutes durchlassen, ist möglich, lässt sich aber nicht beweisen. Aber man führt für jene Hypothese einige Theile an, in denen man

noch keine rothes Blut führende Gefässe entdeckt hat, nämlich die Cornea, die Linsenkapsel, den Glaskörper. Die Gefässe der Cornea in der Substanz derselben sind zweifelhaft, und noch nie injicirt worden. Indessen giebt es penetrirende Geschwüre der Hornhaut, Wucherung derselben, welche ohne Gefässe nicht denkbar sind, und es ist hieraus wahrscheinlich, dass sie Gefässe enthält. Dass aber das Bindehautblättchen der Hornhaut wenigstens bei fast ausgetragenen Kalbsfoetus Blutgefässe besitzt, welche Blut enthalten, und noch mehr als eine Linie über den Hornhautrand mit der Loupe verfolgt werden können, habe ich wiederholt gesehen, und HENLE hat diese Gefässe fein injicirt und abgebildet. Sie messen 0,00070 — 0,00133, und die dünnsten Zweige waren nicht injicirt; ihre Stämmchen, die von einem kreisförmigen Gefässe, das um die Hornhaut herlief, in das Bindehautblättchen drangen, waren noch etwas dicker. Die Präparate davon bewahre ich bei mir auf. Herr Prof. WUTZER hat sie gesehen. Prof. RETZIUS hat durch Injection dieselbe Beobachtung an Erwachsenen gemacht. HENLE *de membrana pupillari aliisque membranis oculi pellucentibus., Bonnae* 1832. Dass nun bei der Entzündung die Hornhaut blutführende Gefässe enthält, ist bekannt. Ich sah in Utrecht bei SCHROEDER von einem leicht entzündeten Auge die schönste Injection, sowohl der Bindehaut als der Membrana Descemetii.

Die hintere Wand der Linsenkapsel enthält bei ausgebildeten Thieren noch blutführende Gefässe von jenem Aste der Arteria centralis, der sich durch den Glaskörper dahin begiebt. Diess habe ich an frischen Kalbs- und Ochsenaugen gesehen, wo die Gefässe der hintern Kapselwand, die von einem starken Aste der Art. centralis herrühren, zuweilen noch bluthaltig sind. Dasselbe sah ZINN. HENLE hat gezeigt, dass diese Gefässe beim Foetus mit Gefässen der Zonula Zinni und des Corpus ciliare zusammenhängen, und diese Verbindung injicirt und abgebildet. Beim Embryo der Säugethiere hängen sie durch eine sehr gefässreiche, von mir beobachtete Haut, *Membrana capsulo-pupillaris*, mit den Gefässen der Membrana pupillaris zusammen, indem diese neue Haut zwischen dem innern Rande der Iris und dem innern Rande der Zonula oder dem Rande der Linsenkapsel ausgespannt ist, lauter parallele Längsgefässe enthaltend, die von der Iris und Pupillarmembran zur Zonula und zur hintern Kapselwand gehen. In der vordern Kapselwand sind die Gefässe äusserst schwer nachzuweisen. An entzündeten Augen sind sie auf der vordern und hintern Kapselwand deutlich, wie ich von einem cataractösen Auge eine vortreffliche Injection dieser Art bei SCHROEDER VAN DER KOLK in Utrecht sah. Die Zonula Zinni ist nach HENLE's und SCHROEDER's Injection ein gefässhaltiges Organ, und scheint für die Ernährung der durchsichtigen Theile von grosser Wichtigkeit. Der Glaskörper enthält wenigstens bei dem Embryo und bei den Fischen blutführende Gefässe. Alles Bisherige macht es aber wahrscheinlich, dass auch Cornea und Linsenkapsel, denen man Vasa serosa zuschreiben wollte, wirklich Blutgefässchen besitzen, und von der Linsenkapsel des Ochsenauges ist ja ohne-

hin gewiss, wie von der Bindehaut der Cornea beim ausgetragenen Schaffoetus, dass sie Blut enthalten. Freilich sind die Gefässe des Bindehautblättchens der Cornea unendlich weniger zahlreich, als die der Conjunctiva bulbi, und es ist hier ein ähnliches Verhältniss, wie zwischem dem Theile der Synovialhaut, welcher frei ist, und demjenigen, der die Gelenkköpfe überzieht. E. H. Weber bemerkt sehr richtig, dass eine einfache Schicht von Haargefässnetzen mit blossen Augen gar nicht erkannt werde, daher das Aussehen jener Theile nichts beweist. Das Mesenterium zwischen den noch mit blossen Augen sichtbaren Gefässen scheint auch gefässlos und durchsichtig, enthält aber lauter Capillargefässnetze bei Anwendung des Mikroskopes. Siehe über alles diess Henle. Wenn wir nun behaupten, dass selbst in den durchsichtigen Häuten noch blutführende Gefässe vorhanden sind, so ist damit nicht zugleich erwiesen, dass alle Gefässe dieser Theile wirklich auch so stark sind, dass sie die rothen Blutkörperchen aufnehmen; im Gegentheil ist es wahrscheinlich, dass gerade in diesen Theilen die meisten zarteren Gefässe nur den flüssigen Theil des Blutes, Liquor sanguinis aufnehmen. Und auch in anderen Theilen mag es so feine Capillargefässe geben, welche für gewöhnlich nur Liquor sanguinis aus den Arterien aufnehmen und in die Venen abgeben. Eine Unterscheidung dieser feineren Capillargefässe als Vasa serosa ist jedoch nicht angemessen, da sie von anderen Capillargefässen nicht verschieden sind, und da dieselben Gefässe oft lange Zeit von Liquor sanguinis durchströmt werden, während von Zeit zu Zeit auch wieder einzelne Blutkörperchen durch dieselben sich Bahn brechen.

Eine wichtige Frage ist, ob die feinsten Capillargefässe häutige Wände haben. Es ist ein allgemeines Zeugniss von Malpighi bis Doellinger, dass bei lebenden Thieren mit Hülfe des Mikroskopes keine häutigen Wände an denselben zu entdecken sind. Doellinger (*Denkschriften der Academie zu München* 7.) sieht das Blut als fliessenden Thierstoff, den Thierstoff als festes Blut an. Gruithuisen sah das Blut zwischen den Acini der Leber beim Frosche frei strömen. Viel deutlicher ist dieser Anschein nach meinen Beobachtungen an der Leber der Tritonlarven, welche ich allein zu diesen Beobachtungen geeignet fand, da man hier auch in undurchsichtigen Theilen mit dem einfachsten Mikroskope den Blutlauf beobachten kann. Siehe Meckel's *Archiv* 1829.

Wedemeyer zweifelte an den häutigen Wänden, nachdem er die breiten Blutströmchen und die kleinen Substanzinseln in den Lungen der Salamander beobachtet hatte. So läugnen C. Fr. Wolff, Hunter, Doellinger, Gruithuisen, Baumgaertner, Wedemeyer, Meyen und Oesterreicher die Existenz der häutigen Wände an den Capillargefässen; dagegen Leeuwenhoeck, Haller, Spallanzani, Prochaska, Bichat, Berres, Rudolphi feine unsichtbare häutige Wände an ihnen annehmen. Das Entstehen neuer Gefässe, was Doellinger und Oesterreicher als Grund der Nichtexistenz der Membran ansehen, beweist indess nichts für die schon gebildeten Gefässe. Allein genauere Untersuchungen scheinen gera-

dezu die Hypothese von der Nichtexistenz der häutigen Wände zu widerlegen. Schon hat man dagegen angeführt den Uebergang der eingespritzten Flüssigkeiten aus den Arterien in die Venen, ohne dass sie zugleich ins Zellgewebe austreten, das Uebereinanderweggehen der Strömchen, ohne dass sie sich verbinden. Auch beweist die Menge der Ströme, und die Kleinheit der dazwischen liegenden Inseln in der Lungenmembran der Frösche und Salamander eher das Gegentheil; denn diese kleinen Inselchen müssten wohl zuweilen selbst an den Strömungen Antheil nehmen. Es giebt auch directe Beweise von der Existenz feinster Wände um die Capillargefässströmchen. Hierzu bedarf es eines ganz zarten Parenchyms, welches sich in Wasser leicht auflockert, und die Netze der Capillargefässe zurück lässt. So zeigten sich die Capillargefässe der Nieren, welche die Ductus uriniferi corticales umweben, als etwas Selbstständiges, wenn ich Stückchen der Nierensubstanz vom Eichhörnchen nur kurze Zeit in Wasser aufgeweicht hatte, und dann mikroskopisch untersuchte. In der Chorioidea, Iris und im Ciliarkörper zeigen sich die Capillargefässe noch deutlicher als selbstständig. Ebenso können sie an einem Organe erwiesen werden, welches Treviranus entdeckt hat. Ich meine das plattenartige Organ in der Schnecke des Gehörorganes der Vögel. Nach den Beobachtungen von C. Windischmann (*de penitiori auris structura in amphibiis, cum tab.* 3. *Bonnae* 1831. *Lips apud* Voss) sind diese Platten nur die Falten und Runzeln einer Haut, welche sich über die Spiralplatte in der Schnecke der Vögel wölbt. Diese Haut ist überaus zart und pulpös; die weiche Substanz derselben wird aber von einem ausserordentlich schönen Gefässnetze durchzogen, welches Windischmann von der Carotis aus injicirt hat; sie löst sich leicht in Wasser auf, und es bleibt das wunderschöne Gefässnetz mit leeren Maschen zurück. Auch im nicht injicirten Zustande erhalten sich nach Auflösung der pulpösen Substanz die schönen Gefässnetze. Siehe Windischmann *l. c. tab. II.* Schwann hat endlich kürzlich durch das Mikroskop nachgewiesen, dass die Capillargefässe nicht bloss eine eigene Haut haben, sondern dass diese deutliche Cirkelfasern enthält, in ähnlicher Ordnung wie in den Arterien. Diese Entdeckung ist in den Capillargefässen des Mesenteriums des Frosches und der Feuerkröte gemacht worden. Es sind starke Vergrösserungen und gedämpftes Licht dazu nöthig. Die Sache lässt sich sowohl am todten als lebenden Frosch erkennen.

2. *Blutbewegung in den Capillargefässnetzen.*

Untersucht man die durchsichtigen Theile eines lebenden Thieres unter dem Mikroskope, so bemerkt man, dass die pulsatorische oder die rhythmisch verstärkte Bewegung des Blutes in den kleinsten Arterien und in den Haargefässen aufhört, wenigstens bei erwachsenen Thieren, und dass das Blut continuirlich gleichförmig strömt. Wenn die Thiere aber schwächer werden, so bemerkt man, dass das Blut mehr pulsatorisch fliesst, und man bemerkt dann ein zwar continuirliches, aber pulsweise verstärktes Fortrücken der Blutkörperchen in den kleinen Arterien und Ca-

pillargefässen. Diess beobachtet man auch bei ganz jungen Thieren, wenn sie nicht gerade geschwächt sind. Nimmt die Kraft des Herzens noch mehr ab, so sieht man die Blutkörperchen in den kleinsten Arterien und in den feinsten Haargefässen gar nicht mehr continuirlich bewegt, sondern nur stossweise fortgeschoben, und bei grösserer Schwäche weichen sie selbst nach jedem Ruck wieder etwas zurück. Diese Beobachtungen sind bereits ganz so von Wedemeyer gemacht, und ich muss sie als das Resultat aller meiner Beobachtungen bestätigen. Sie sind von grosser Wichtigkeit, denn sie beweisen, dass selbst im Zustande der grössten Schwäche das Blut durch die Capillargefässe, an denen man im ruhigen Zustande nie die geringste Spur einer Veränderung des Durchmessers wahrnimmt, von der Kraft des Herzens fortgetrieben wird. Dass die continuirliche, aber pulsatorisch verstärkte Bewegung des Blutes der Arterien in den Haargefässen im ungeschwächten Zustande gleichförmiger wird, könnte ein blosser Schein seyn, wegen der ausserordentlichen, unter dem Mikroskope scheinbar vergrösserten Geschwindigkeit, so dass diese pulsatorische Verstärkung bei langsamen Bewegungen deutlicher werden müsste. Allein da das Blut aus den Venen offenbar ohne Spur von Puls gleichförmig ausfliesst, so ist es gewiss, dass in den Haargefässen wirklich die pulsatorisch verstärkte Bewegung in die gleichförmige übergeht, und nur bei grosser Schwäche zur pulsatorisch verstärkten und im höchsten Grade der Schwäche zur blossen pulsatorischen wird. Die Ursachen dieser merkwürdigen Erscheinung suche ich in Folgendem: So wie die zusammengedrückte Luft in dem Windkessel der Feuerspritze, eben so macht die im Puls erweiterte, durch ihre Elasticität sich verengende Arterie die pulsatorische Bewegung des Blutes in den Arterien zur continuirlichen, aber pulsatorisch verstärkten Bewegung, indem die Verengerung der Arterien auch in den Zwischenzeiten des Pulses das Blut fortzutreiben fortfährt. Das stossweise Fortrücken des Blutes in der Aorta von jeder neuen in die Aorta gepressten Masse erlischt in den kleineren Arterien, wegen der compensirenden Ausdehnung der Arterien. Ungleiche Hemmungen in verschieden feinen Gefässen, wodurch das Blut in dem einen Gefässchen bald aufgehalten wird, während es in dem andern rasch fortfliesst, solche ungleiche Einflüsse müssen immer mehr im weitern Verlaufe der Gefässe die Bewegung vielfach modificiren. Aber der stossweise Druck des Herzens wird zuletzt nicht mehr bemerkt werden. Wenn aber ein Thier sehr schwach ist, und die Stosskraft des Herzens abnimmt, so werden auch die elastischen Wände der Arterien bei jedem Puls von weniger Blut erweitert, und werden auf das Blut weniger drücken, d. h. die Ursache, welche die stossweise Bewegung des Blutes in den Arterien zur continuirlichen macht, hört auf, und das Blut fliesst nur stossweise, und nun lässt sich dieser schwache Stoss noch in den Haargefässen mit dem Mikroskope erkennen. Nach Koch soll die oscillirende Bewegung des Blutes bei schwachen Thieren nicht vom Herzschlage abhängig seyn. Meckel's *Archiv für Anat. u. Physiol.* 6. *Bd. p.* 216. Mir schien sie dagegen wie Wedemeyer

ganz abhängig von den schwachen Zusammenziehungen des Herzens, wodurch das Blut den Widerstand der Capillargefässe nicht überwinden kann, und beim Nachlasse jeder Zusammenziehung des Herzens, trotz der Klappen, wieder etwas zurückfliesst.

Die Grösse des Widerstandes, welchen die Haargefässe dem Blute darbieten, lässt sich aus Hales und Keill's Versuchen ermessen. Keill verglich die aus der durchschittenen Schenkelarterie und aus der Schenkelvene eines lebenden Hundes ausfliessenden Blutmengen, die sich wie $7\frac{1}{2}$ zu 3 verhielten, so dass der Widerstand also $\frac{9}{15}$ der Kraft des Arterienblutes beträgt. Nach Hales (Weber *Anat.* 3. 41.) floss, als er das Innere der Art. mesent. eines todten Thieres dem Drucke einer $4\frac{1}{2}$ Fuss hohen Wassersäule aussetzte, und den Darm dem Mesenterium gegenüber zerschnitt, aus den durchschnittenen feinen Gefässen in einer Zeit nur $\frac{1}{3}$ der Wassermenge aus, die aus den durchschnittenen Stämmen dieser Gefässe ausfloss, so dass der Widerstand der kleinsten Gefässe also $\frac{2}{3}$ der Kraft des Druckes betrug.

Da das Blut zur Zeit des Pulses in den Arterien pulsweise schneller fliesst, und die Bewegung in den verschiedenen Haargefässen, wie man unter dem Mikroskope sieht, verschieden schnell ist, so lässt sich nur die mittlere Geschwindigkeit des Blutes in den Haargefässen mit der mittlern Geschwindigkeit desselben in den Arterien vergleichen. Wäre die Summe der Lumina der Aeste eines Gefässes jedesmal gleich dem Lumen des Stammes, und die Summe aller Haargefässlumina gleich dem Stamme der Aorta, wären die Räume, durch welche das Blut fliesst, bei zunehmender Vertheilung doch beständig gleich weit, so würde die mittlere Geschwindigkeit des Blutes in den Haargefässen eben so gross als in den Arterien ersten Ranges seyn müssen, so wie unter gleichen Voraussetzungen auch die mittlere Geschwindigkeit des Venenblutes der Geschwindigkeit des Arterienblutes gleich sein müsste. Denn die Kraft, von welcher das Blut in den Arterien getrieben wird, ist zwar viel grösser als das, was in den Venen von dieser Kraft übrig ist, aber die in den Arterien grössere Kraft der Bewegung hat auch den ganzen Widerstand bis durch die Capillargefässe zu überwinden, das Blut der Venen hat ihn überwunden, und da die Summe des Widerstandes im ganzen Haargefässsystem und in den Arterien auf die ganze Blutsäule bis zum Herzen zurück wirkt, so hat die ganze Kraft des Herzens sogleich schon am Anfange der Aorta diesen Wiederstand zu überwinden, und bei gleicher Weite der Räume müsste sich das Arterienblut in jedem Theile mit gleicher Geschwindigkeit und nicht schneller als das Venenblut bewegen, so wie es aus den Capillargefässen hervorkömmt. Die Vergleichungen des Arterienblutflusses und des Venenblutflusses geben gar keine richtige Vorstellung von der Geschwindigkeit des Arterienblutes und des Venenblutes, sondern bloss von der Bewegungskraft der beiden Blutarten; dahingegen ihre Geschwindigkeiten erst gefunden werden, wenn man den Widerstand, den diese Kraft erleidet, abzieht. Hieraus folgt nun, dass, wenn die Wege des Blutes von dem Stamme bis in die Aeste

gleich weit bleiben, seine Geschwindigkeit in den Arterien im Capillargefässystem und in den Venen gleich seyn müsste.

Da nun aber die Summe des Raumes der Aeste bei gewisser Länge immer grösser ist, als der Raum eines gleich langen Stammes, so ist dennoch die Geschwindigkeit in den engeren Stämmen grösser als in den zusammengenommen weiteren Aesten, und diese Geschwindigkeit nimmt im geraden Verhältnisse der Raumvergrösserung bis durch die Haargefässe ab.

Verschiedene Schriftsteller haben geglaubt, die Kraft des Herzens reiche nicht aus, um das Blut durch die Haargefässe zu treiben, und es bedürfe hierzu besonderer Hülfskräfte, welche hierzu supponirt worden sind, wie die Zusammenziehung der Haargefässe, oder die selbstständige Bewegung des Blutes, wovon die Beobachtung nichts zeigt. Dass die Bewegung des Blutes durch die Haargefässe bloss das Herz bewirkt, zeigt unumstösslich die Beobachtung, dass die stossweise Bewegung sich bei schwachen Thieren bis in die Haargefässe fortpflanzt, und die Thatsache, dass das Blut aus den Venen eines Thieres bei jeder Exspiration stärker ausströmt, wobei die Zusammendrückung der Gefässe der Brust durch die Exspiration, die den Strom des Arterienblutes verstärkt, selbst durch die Haargefässe hindurch wirkt. Diess beweist auch folgender Versuch von Magendie. Er unterband den Schenkel eines Hundes, ohne dass die Schenkelarterie und Schenkelvene in der Ligatur mitbegriffen waren. Wurde nun die Schenkelvene besonders unterbunden, so schwoll sie von dem Blute, welches aus dem Schenkel zurückkehrte, an, und ergoss ihr Blut strahlförmig beim Anstechen. Als man die Schenkelarterie comprimirte, hörte der Strom des Venenblutes allmählig auf zu fliessen, stellte sich aber wieder her, als man aufhörte die Arterie zu comprimiren. Poiseuille hat mittelst des schon öfter erwähnten Instrumentes den Druck des Blutes in dem peripherischen Stücke einer Vene gemessen, und bei wiederholten Versuchen gefunden, dass dieser Druck dem des Blutes in den Arterien durchaus proportional ist, mit jenem abnimmt und zunimmt. Mueller's *Archiv* 1834. *p.* 365.

Die Bewegung des Blutes in den verschiedenen Capillargefässen und kleinsten Arterien ist verschieden schnell, je nach den Hindernissen, welche den Strom durch anastomotische Zweigelchen aufhalten. Wedemeyer hat über das Verhalten der Strömchen, die sich vereinigen, Folgendes bemerkt, was ich mit der Natur vollkommen übereinstimmend finde. Zuweilen fliessen die Blutkörperchen aus einem Kanälchen einem zweiten Strömchen schnell, und wie wenn sie angezogen würden, zu. In anderen Fällen ist der Strom, in den sie hinüber fliessen, rasch, sie selbst aber werden in dem zuführenden Strömchen aufgehalten, und es gelingt ihnen nur gelegentlich, sich mit dem Strome zu vereinigen. Zuweilen wird selbst aus dem reissenden Strome ein Kügelchen eine Strecke in den schwächern Kanal zurück geschleudert, und dann wieder zurück getrieben. Ich habe auch bemerkt, dass ein und dasselbe Verbindungskanälchen zwischen zwei zuführenden Strömen das Blut zuweilen in der einen, zuweilen in der andern Richtung erhält,

und dass Veränderungen im Drucke, in der Lage, Bewegungen des Thieres, immer die Ursache dieser Veränderungen sind; so wie denn alle diese Verhältnisse der Strömung hier nach rein mechanischen Ursachen, eben so wie in einem bewässerten Terrain, variiren. In den feinsten Capillargefässen, welche nicht roth, auch nicht einmal gelb aussehen, sondern ganz durchsichtig sind, sieht man die Blutkörperchen nicht mehr dicht hintereinander oder nebeneinander fliessen, hier haben die Körperchen nur hintereinander Raum, aber sie fliessen in ungleichen Zwischenräumen getrennt, und bald sieht man Kügelchen dadurch rinnen, bald wieder nicht, bald wieder mehrere. Indessen habe ich niemals Räume bemerkt, welche anhaltend ohne Kügelchen gewesen wären, und welche die Benennung Vasa serosa rechtfertigten (vergl. Seite 216.), und Wedemeyer, der diess gesehen haben will, gesteht selbst, dass er von Zeit zu Zeit doch Kügelchen durch solche Gefässe habe hindurch gehen gesehen. Die Kügelchen rotiren beim Durchströmen der Capillargefässe nicht; beim Frosche scheinen sie meist mit dem Längendurchmesser in der Achse des Gefässes zu strömen, aber häufig ist ihre Achse auch schief gestellt, und ihre Lage erleidet vielfache Veränderungen durch den mechanischen Einfluss der Wände, wobei sich die Kügelchen ganz passiv verhalten, und nie eine Spur selbstständiger Bewegung zeigen. Mehrere Beobachter haben bemerkt, dass die Kügelchen zuweilen an den engen Wänden zusammengedrückt und verlängert wurden. Doellinger und Dutrochet behaupten gesehen zu haben, dass Blutkörperchen in Gefässrinnen stockend sich hier mit dem Gewebe verbunden haben. Ich habe zwar auch häufig ein solches Stocken, besonders bei schon geschwächten Thieren beobachtet, und habe es früher für möglich gehalten, dass Blutkörnchen auf diese Art ihre Bewegung verlieren könnten; allein genauere Beobachtungen haben mich gelehrt, dass diese stockenden Kügelchen bald auch wieder frei werden, und dass es nur bei grosser Schwäche eine vollkommene Stockung, nämlich die Gerinnung in den kleinen Gefässen giebt, die gewiss eher das Gegentheil der Ernährung ist, als dieselbe erklären kann. Die von Doellinger angenommene Ernährung durch Vereinigung der Kügelchen mit dem Gewebe ist von keinem einzigen Beobachter bestätigt worden, und ich werde später aus anderen Beobachtungen sehr wahrscheinlich machen, dass die Ernährung nicht auf diese Art geschieht. Immer sieht man alle Kügelchen, welche in die Capillargefässe strömen, mit Schnelligkeit in die venösen Strömchen übergehen, und keine Kügelchen bei einem lebenskräftigen Thiere zurück bleiben. Prevost und Dumas haben zwar in dem Arterienblute mehr Kügelchen als in dem Venenblute zu finden geglaubt, diess ist aber ein theoretischer Irrthum; sie haben die Kügelchen für die alleinige Materie des Faserstoffes im Blute genommen; da der Faserstoff aber, wie meine Beobachtungen zeigen, im Blute aufgelöst ist, so ist es ganz unrichtig, nach der Quantität des Gerinnsels in beiden Blutarten die Menge der Kügelchen zu schätzen.

Sobald man das Glied comprimirt, hören alle Strömungen

auf, und jedes Kügelchen haftet unbeweglich auf der Stelle, die es vorher einnahm. Nach Kielmeyer haben Treviranus, Carus, Doellinger und Oesterreicher dem Blute eine eigene Propulsionskraft, sich nach den Capillargefässen hin, und von diesen ab zu bewegen, angenommen, eine Kraft, die nach dem Aufhören der Herzthätigkeit noch und unabhängig von derselben im Leben wirken soll. Ich habe mich schon in der Lehre vom Blute aus Gründen dagegen ausgesprochen. An sich kann das Blut eine gewisse Direction nicht haben, es müsste denn von der Substanz der Capillargefässe angezogen werden, wie Baumgaertner und Koch anzunehmen scheinen. Würde nun wirklich das Blut von den Capillargefässen und der lebenden Substanz angezogen, so kann es sich wohl darin anhäufen, aber man sieht nicht ein, wie eine solche Anziehung den Kreislauf unterstützen könnte, denn das Blut wird dadurch zum Aufenthalte in den Capillargefässen bestimmt; oder man müsste wieder annehmen, dass das Blut nur so lange von der Substanz in den Capillargefässen angezogen werde, als es aus den Arterien kommend noch hellroth ist, dass aber mit der Umwandlung invenöses Blut diese gegenseitige Verwandtschaft von Blut und Substanz aufhöre. Dann allein könnte in den Capillargefässen eine Hülfskraft des Kreislaufes liegen. Die Turgescenz gewisser Theile zu gewissen Zeiten beweist dagegen gar nichts für diese Hülfskraft, denn hier findet auch Anhäufung des Blutes statt. Ich komme wieder darauf zurück, was bei der Lehre vom Blute bemerkt worden, wo ich meine Versuche über die Dauer der Blutbewegung in abgeschnittenen Theilen, und ohne Solutio continui mit Mortification des Herzens durch Kali causticum bei Fröschen erzählt habe. p. 151. Obgleich die bloss durch Anziehung bedingte Saftbewegung der Pflanzen uns die Möglichkeit zu ähnlichen Phänomenen bei Thieren zeigt, so haben wir doch bis jetzt keine hinreichenden empirischen Gründe für dieselbe; ich habe schon bemerkt, dass ich die rhythmische Oscillation des Blutes bei stockendem Kreislaufe nicht für einen solchen Grund ansehe, und die von scharfsinnigen Männern, Baumgaertner und Koch, beigebrachten Gründe nicht für hinreichende Beweise halte.

Man kann die Frage von der Unterstützung des Kreislaufes durch Anziehung des Blutes nach den Capillargefässen verneinen, und doch diese Anziehung allein, in Fällen, wo eine Anhäufung von Blut in gewissen gesunden Theilen, in denen sich ein thätigeres Leben zeigt, zugeben, wie ich schon bemerkte. Diese Art der Anziehung bewirkt Anhäufung, nicht Unterstützung des Kreislaufes. Bei den Pflanzen sind diese Phänomene ganz augenscheinlich; dem Fruchtknoten, der das befruchtete Ei einschliesst, fliesst, wie Burdach sagt, mehr Saft zu; ubi stimulus ibi affluuxs. Aehnliche Phänomene giebt es auch bei Thieren.

Alle diese Phänomene örtlicher, vom Herzen unabhängiger activer Säfteanhäufung, die nicht durch ein Hinderniss des Rückflusses entsteht, hat man unter dem Namen Turgescenz, turgor vitalis zusammen gefasst. (Hebenstreit *de turgore vitali. Lips.* 1795., welche Abhandlung indess wohl keine richtige Ansicht dieser Gegenstände enthält.)

In vielen Lebensumständen wird die Wechselwirkung zwischen Substanz und Blut, die organische Affinität zwischen beiden, welche in der Ernährung ein Factum ist, unter Anhäufung des Blutes in den erweiterten Gefässen der Organe vermehrt. So bei der Brunst in den Genitalien, bei der Schwangerschaft im Uterus, im Magen, der in der Verdauung blutreicher ist, bei der Wiedererzeugung der Geweihe, wo die Höcker der Schädelknochen, auf welchen die Geweihe aufsitzen, gleichsam ein wahrhaftes Aufsteigen der Säfte wie in den Pflanzen zeigen, nachdem sie bis dahin auch von Blut durchzogen oder blutarm waren. Am häufigsten sind diese örtlichen Anhäufungen des Blutes, Gefässerweiterungen und Gefässentwickelungen aber beim Embryo, je nach den verschiedenen Organen, welche gerade als successiv nothwendige Theile oder Glieder des Ganzen durch die producirende Kraft entstehen. Die Kiemen der Salamander und Frösche, der Schwanz der Froschlarven sterben dagegen ab, wenn die organische Affinität zwischen Substanz und Blut aufhört. Man hat zur Erklärung dieser Phänomene an verstärkte Contraction der Arterien gedacht. Allein die pulsatorischen Muscularcontractionen existiren nicht, und dauernde Zusammenziehungen der Arterien, wenn sie nicht wurmförmig fortschreitend sind, oder wenn sie nicht durch besondere Klappen unterstützt sind, können keine Turgescenz hervorbringen. Eine Vermehrung der Blutmenge in einzelnen Organen kann auch plötzlich eintreten, und es gehören hierher die plötzlichen Blutanhäufungen im Gesicht bei der Schamröthe am ganzen Kopf bei heftigen Leidenschaften, Zustände, in welchen die localen Phänomene offenbar durch Nervenwirkung bedingt sind. Eben so gehören hierher die activen Congestionen des Blutes zu Organen, welche in einem gereizten Zustande sich befinden, zum Gehirn u. s. w. Vgl. Bonorden, Meck. *Archiv* 1827. 537. Wedemeyer *l. c.* 412. Schwann hat eine andere mögliche Erklärung dieser Phaenomene aufgestellt, wobei die Annahme einer Anziehung des Blutes vermieden wird. Durch ein Nachlassen der anhaltenden, lebendigen Contractilität einzelner Arterien kann nämlich grössere Erweiterung derselben durch den Druck des Blutes, und dadurch grösserer Blutandrang zu einzelnen Organen bedingt seyn. Schwann im *Encyclop. Wörterbuch der med. Wissenschaften. XIV.* 233.

Wenn die Gefässe eines Organes, in dem die Affinität zwischen Blut und Substanz gesteigert werden kann, einer beträchtlichen Erweiterung fähig sind, so findet Anschwellung dieses Organes und Erection desselben statt. Erectil ist bloss der Penis, vielleicht bei Einigen die Clitoris. Der scheinbar erectile Anhang am Kopfe des Truthahns besteht nach Schwann grösten Theils aus Muskelfasern. Die Erectionen scheinen daher in eine Ordnung mit den eben genannten Phänomenen zu gehören, sie bilden aber eine besondere Reihe, weil zur Erection ein eigenthümlicher Bau der Gefässe, nämlich beträchtliche Erweiterungsfähigkeit derselben bei einem sehr sinuösen Bau der Venen gehört. In diesem Falle bilden die erweiterungsfähigen Venen die zahlreichsten Anastomosen und Geflechte, und der Raum

aller dieser erweiterten Geflechte ist ohne Vergleich grösser als die zuführenden und abführenden Kanäle. Im nicht erweiterten Zustande fliesst diesen Gefässen so viel Blut zu, als Blut abfliesst. Durch eine gesteigerte Affinität zwischen dem Blute und den Wänden der Gefässe wird vielleicht das Blut in ihnen zurück gehalten. Sie schwellen um so straffer an, wenn die Zwischenräume der Venengeflechte von einem fibrösen Faden- oder Balkengewebe unterstützt sind, welches letztere mit einer fibrösen äussern Haut zusammen hängt, wie an den Corpora cavernosa penis. Injectionsmassen gelangen aus den Arterien der Ruthe ziemlich leicht in die Venen, besonders an dem Corpus cavernosum der Urethra und der Eichel; M. J. Weber hat mir eine Suite schöner Injectionen des Penis von den Arterien aus gezeigt. Vergl. Cuvier *vergl. Anat.* 4. 468. Moreschi, Meck. *Archiv* 5. 403. Ribes, ebend. 447. Tiedemann, Meck. *Archiv* 2. 95. Panizza *osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche. Pavia* 1830. Zwischen den anastomotischen Venen des Corpus cavernosum penis liegen beim Pferde blassröthliche Faserbündel, welche im Allgemeinen der Länge nach verlaufen, aber balkenartig zusammenhängen. Mikroskopisch untersucht zeigen sie sich nicht wie Muskelfasern; beim Kochen geben sie selbst nach 7 Stunden keinen Leim. Die essigsaure Auflösung wird von Cyaneisenkalium gefällt; daraus kann man indess nur schliessen, dass das fragliche Gewebe nicht in die Classe der niedern Gewebe, des Zellgewebes, Sehnengewebes und elastischen Gewebes gehört. Beim Versuche an einem lebenden Pferde konnte ich an diesem Gewebe durch eine galvanische Säule keine Contraction erregen. S. Mueller's *Archiv* 1834. *p.* 50. 1835. *p.* 26.

Die Ursache der Erection ist bekanntlich vorzüglich örtliche oder vom Gehirn und Rückenmarke ausgehende Nervenreizung, so wie auch Congestion zum Gehirn und Rückenmark diess verursacht, wie zuweilen bei Erhängten. Die Ruthennerven, deren Zweige sich in dem Gefässgewebe der Ruthe verbreiten, sind die nächste Ursache zur Anhäufung des Blutes in demselben. Guenther hat beobachtet, dass nach Durchschneidung dieser Nerven beim Pferde das Glied nicht mehr erigirt werden kann. Meck. *Archiv* 1828. 364. Als der operirte Hengst zu einer Stute gebracht wurde, zeigte er zwar Lust zum Bedecken, allein die Ruthe blieb schlaff herabhängend. Am andern Tage war sie geschwollen, aber nicht erigirt.

Einige französische Schriftsteller, Chaussier und Adelon, und unter uns Stieglitz (*pathologische Untersuchungen* 1. 175.) nehmen an, dass der Zufluss des Blutes bei der Erection nicht das Erste, sondern die selbstständige Expansion des Gewebes das Ursprüngliche, die Anfüllung mit Blut die Folge bei der Erection sey. Hiergegen kann erwiedert werden, dass wir bis jetzt kein Beispiel einer activen Erweiterung kennen, und dass die künstliche Einspritzung des Penis die Erection vollständig nachahmt. Stieglitz vermuthet zugleich, dass die Stämme der Venen vielleicht auch einer Verschliessung durch Zusammenziehung fähig seyen. Versuche an der Vena dorsalis penis des Hundes und Schafbok-

kes, die ich anstellte, sind dieser Hypothese entgegen. Krause (Stieglitz a. a. O. p. 188.) theilt den Musculi ischiocavernosi die Fähigkeit zu, die Venen des Penis zu drücken, und so die Erection zu bewirken. Houston (*Dublin Hospital Reports* 1830. *T.* 5. Stieglitz a. a. O. 189.) hat sogar bei Thieren besondere Muskeln zwischen Penis und Schaambogen zur Compression der Vena dorsalis penis beschrieben. Sie sollen von den Schaambeinen entspringen, und sich über der Vena dorsalis mit einander in der Mittellinie verbinden. Sie sollen eine dünne Schichte musculöser und sehniger Fasern bilden. Diese Fasern sollen beim Menschen undeutlich seyn. Ich habe sie niemals finden können. Man kann zwar, wenn die Erection eben beginnt, durch eine willkührliche Zusammenziehung der Muskeln des Dammes diese momentan verstärken, aber diese Verstärkung ist nur momentan, wenn nicht die wahren Ursachen zur Erection vorhanden sind. Man kann die Musculi ischiocavernosi willkührlich zusammenziehen, aber hierdurch kann man keine Erection bewirken, wenn der Penis schlaff ist.

Nach einer von mir gemachten Entdeckung über den merkwürdigen Bau gewisser Arterien im Innern der Corpora cavernosa lernen wir ganz neue Elemente der Erklärung der Erection kennen. Ich habe nämlich gefunden, dass es ausser den letzten feinsten, in Venenanfänge übergehenden und zur Ernährung der Corpora cavernosa dienenden Zweigen der Arteriae profundae penis noch eine ganz andere Art von Zweigen derselben giebt, welche theils kurze rankenartige Auswüchse von $\frac{1}{6}$ Millim. Dicke, theils Quästchen solcher rankenartigen Auswüchse mit gekrümmten, stumpfspitzen, blinden Enden giebt, die ich Arteriae helicinae nannte. Diese Auswüchse ragen sämmtlich in die venösen Zellen der Corpora cavernosa penis hinein; sie finden sich vorzüglich im hintern Theile der C. cavernosa penis und des C. cavernosum urethrae. Obgleich sich an den Wänden dieser freien Arterienauswüchse, die sich am deutlichsten beim Menschen zeigen, keine Oeffnungen sehen lassen, so erleidet es doch keinen Zweifel, dass sie es sind, welche das Blut, das bei der Ernährung durch die viel feineren Zweige der Arteriae profundae penis in die Venenanfänge übergeht, bei der Erection sogleich in die venösen Zellen ergiessen. Bei der Injection der Art. profunda penis geht die Masse von Leim und Zinnober jedesmal in die Zellen über; beim Auswaschen der ausgeschnittenen cavernösen Körper finden sich dann die Art. helicinae injicirt. Bei der lebendigen Ergiessung des Blutes aus diesen Ranken müssen dieselben durch den vom Rückenmarke ausströmenden Nerveneinfluss das Blut in grösserer Quantität anziehen. Diese Entdeckung wirft zugleich ein neues Licht auf die Wechselwirkung des Blutes, und der kleinsten Gefässe in anderen Theilen und auf den Turgor vitalis. Siehe Mueller's *Archiv f. Anat. u. Physiol.* 1834. *p.* 202. *tab.* 13. Aus den cavernösen Körpern fliesst das Blut theils durch Emissarien an den Seiten und an der Oberfläche dieser Körper zurück in die Zweige der Vena dorsalis penis; theils durch tiefere Venen, die an der Wurzel der C. caver-

nosa hervorkommen, unmittelbar in den Plexus pubicus hinter der Symphyse der Schaambeine, wohin auch die Vena dorsalis übergeht. Da diese tieferen Venen gar nicht in die Vena dorsalis gehen, so kann auch keinerlei Druck auf die Vena dorsalis Ursache der Blutanhäufung im Penis werden. S. Mueller im *encyclop. Wörterb. d. medicin. Wissensch. Art. Erection.*

Die Empfindungen der Geschlechtstheile hängen von dem Nervus pudendus ab; aber die Erection selbst scheint vorzugsweise vom organischen Nervensystem abzuhängen. Der Plexus hypogastricus giebt nämlich ein Geflecht sehr feiner, von mir beobachteter Fäden, welche unter dem Schaambogen auf die Wurzel der Ruthe treten, und sich mit Zweigen der Ruthennerven verbindend, ins Innere der Corpora cavernosa penis et urethrae treten, und sich auf den Gefässen verzweigen. Siehe J. Mueller *über die organischen Nerven der erectilen männlichen Geschlechtsorgane. Berlin* 1836. Die Empfindungsnerven der Ruthe wirken auf das Rückenmark, von dort aus wird wahrscheinlich die Thätigkeit der organischen Nerven und der Gefässe bei dem Acte der Erection erregt; hierauf folgt die Ergiessung des Blutes in die Corpora cavernosa, und die Erection wird vollständiger durch die Zusammenziehung der Musculi ischiocavernosi, welche den Rücktritt des Blutes zum Theil hemmen. Es ist interessant die Stärke des Druckes zu kennen, welche nöthig ist, um dem Penis durch Anhäufung von Flüssigkeit im Innern der Corpora cavernosa Steifigkeit zu ertheilen. In eine in das Corpus cavernosum penis einer Leiche gemachte Oeffnung, band ich eine gläserne Röhre von 6 Fuss Höhe fest, welche senkrecht stehend mit Wasser gefüllt wurde. Der Rückfluss des Wassers in die Unterleibsvenen wurde durch einen Druck im Becken verhindert. Bei einer Wassersäule von 6 Fuss Höhe wurde der Penis vollkommen erigirt und steif. Das bei der Erection in den Corpora cavernosa angehäufte Blut steht also unter einem Druck, der einer 6 Fuss hohen Wassersäule gleich ist. So stark ist ohngefähr auch der Druck, unter welchem das Blut in den Arterien fliesst.

Mit dem Phaenomen der Erection darf die Erhebung der Brustwarze des Mannes und Weibes bei mechanischer Reizung und die Bewegung des Fleischlappens am Gesicht des Truthahns bei Leidenschaft nicht verwechselt werden. Die Erhebung der Brustwarze tritt beim Mann sogleich ein, wenn man rasch darüber wegfährt. Die Warze wird dann dünner und länger. Säugende Weiber fahren auch zuweilen rasch über die Brustwarze weg, um sie, wenn sie eingefallen ist, zur Erhebung zu bringen. Diese Erscheinung rührt wahrscheinlich von jenem contractilen Gewebe her, das an verschiedenen Stellen unter der Haut zerstreut ist, wie in der Tunica dartos, in der Vorhaut und welches auch um die Hautfollikeln vorzukommen scheint, wo es das Phaenomen der Gänsehaut erzeugt. Der bewegliche Lappen am Gesicht des Truthahns enthält keine Spur von erectilem Gewebe, sondern nach Schwanns Entdeckung ein starkes Bündel wahres Muskelfleisch.

Es schien anfangs, dass directe Versuche über die Wirkung

von verschiedenen Stoffen bei der Application auf die Capillargefässe unsere Kenntnisse über die Fähigkeit derselben, die Capillargefässe zu verengern, oder vielleicht durch Vermehrung der Turgescenz zu erweitern, sehr vermehren würden. Allein wir befinden uns in einer gänzlichen Verwirrung über die Zustände, welche verschiedene chemische Substanzen auf die Capillargefässe applicirt, in ihnen hervorrufen. Thomson, Wilson, Hastings, Kaltenbrunner, Wedemeyer und Koch haben hierüber interessante Beobachtungen angestellt. Man beobachtet auf Application chemischer Agentien auf die kleinen Arterien, Haargefässe und Venen zweierlei Veränderungen. In vielen Fällen tritt Erweiterung der Haargefässe nach einigen Minuten ein, wie z. B. immer nach Application des Kochsalzes (Thomson, Hastings, Wedemeyer, Oesterreicher und Koch). Doch sah Wedemeyer, dass die kleinen Arterien des Mesenteriums durch Kochsalz sich zuert um $\frac{1}{5}$ ihres Durchmessers verengten, und dass dann eine grosse Erweiterung eintrat. Nach Application von Ammonium hat Thomson Verengerung der Gefässe mit Abnahme der Schnelligkeit der Blutbewegung, Wedemeyer und Hastings dagegen Erweiterung der Gefässe mit Stockungen beobachtet; Oesterreicher sah auf Application einer schwachen Auflösung von Ammonium Erweiterung, nach Application concentrirter Stoffe Verengerung der Gefässe mit endlicher Stockung der Blutbewegung; Weingeist verengerte die Gefässe in Hastings Versuchen eben so, wie heisses Wasser bei Fröschen; Eis zog die Gefässe ebenfalls zusammen. Häufig bemerkte Hastings, dass diese Mittel zuerst Verengerung, späterhin Erweiterung bewirkten. Wedemeyer sah von Tinct. opii, Acidum tartaricum, höchst verdünnter Salzsäure, Alcohol keine constante Resultate. Nur in ein paar Fällen sah er, dass Alcohol auf Arterien und Haargefässe applicirt, den Blutlauf hemmte, ohne doch in den Arterien eine deutliche Contraction hervorgebracht zu haben. In den Fällen, wo Stoffe eine Erweiterung hervorbringen, sieht man in der Regel auch Stockung des Blutes, nur Thomson bemerkte bei der Erweiterung von Kochsalz bald vermehrte Schnelligkeit, bald Stockung. Man bemerkt auch bei verengerten Gefässen bald vermehrte, bald verminderte Schnelligkeit. In einem verengerten Kanale muss die Schnelligkeit ceteris paribus zunehmen, nach einer andern Ursache dagegen abnehmen, wenn die Ursache, welche den Kanal zusammenzieht, auch das Blut zäher macht und zum Gerinnen bringt. In einem erweiterten Kanale müsste das zugeführte Blut ceteris paribus langsamer fliessen; nur insofern die von aussen bewirkte Erweiterung die Friction vermindert, wird das Schnellerfliessen begreiflich. Die Erklärung jener Phänomene ist jetzt noch ganz unmöglich.

Es kann seyn, dass die Zusammenziehung in allen jenen Fällen eine active Contraction der thierischen Theile, es kann aber auch seyn, dass sie eine bloss chemische Wirkung ist, und in der todten Materie eben so wirkt, indem eine Materie z. B. den thierischen Theilen einen Theil ihres Wassers entzieht. Es kann seyn, dass die Wirkung der Stoffe, welche Erweiterung der Haargefässe bedingen, durch vermehrte Turgescenz oder organische Affinität

zwischen Blut und Substanz wirkt; es kann aber auch diese Erscheinung eben so gut durch blosse Endosmose erfolgen. Siehe 5. Cap. Ein Salz durchdringt die Theile bis zu den Capillargefässen, dieses Salz strebt sich in dem Blute aufzulösen; das Blut der Capillargefässe strebt das Salz zu lösen. Durch diese Anziehung muss das Blut in den Capillargefässen aufgehalten und angehäuft werden, und die Gefässe müssen sich erweitern und die Blutbewegung stocken. Es ist sogar wahrscheinlich, dass in der Regel, wenn ein Salz Erweiterung der Capillargefässe bewirkt, diess durch blosse Endosmose geschieht.

Da die genannten Versuche mit Application fremder Materien auf die Capillargefässe in Hinsicht der Resultate so verschiedene Auslegung zulassen, so tragen sie auch fast gar nichts zur Erklärung des Zustandes der Capillargefässe in der Entzündung bei, und wir müssen uns beschränken, hier bloss das Thatsächliche des Entzündungsprozesses mitzutheilen, wie es besonders Thomson, Kaltenbrunner und Koch kennen gelehrt haben. Thomson *über die Entzündung*, übers. von Krukenberg. *Halle* 1820. Kaltenbrunner *exp. circa statum sanguinis et vasorum in inflammatione. Monach.* 1826. Eine kritische, auf eigene Beobachtungen gestützte Arbeit hat Koch, Meck. *Archiv f. Anat. u. Physiol* 6., geliefert.

Ein entzündetes Organ enthält zu jeder Zeit der Entzündung mehr Blut in den kleinsten Gefässen oder Capillargefässen; allein die Bewegung des Blutes durch die Gefässe ist in verschiedenen Zeiten ganz verschieden, im Anfange strömt das Blut nicht allein in Menge dem entzündeten Parenchyma zu, es wird auch wieder ohne grosses Hinderniss in die Venen weiter geführt; in dem Grade aber, als die Entzündung weiter schreitet, stockt die Circulation zuerst in einzelnen, dann in immer mehr ausgefüllten Capillargefässen, und im höchsten Grade der Ausbildung sind alle Capillargefässe mit wahrscheinlich geronnenem, jedenfalls aber auf irgend eine Art zersetztem stockendem Blute gefüllt. Nach Koch soll sich dabei der Färbestoff der Blutkörperchen im Serum auflösen, was im gesunden Blute unmöglich ist, und mir auch noch in der Entzündung zweifelhaft scheint, da die faserstoffigen Exsudate blutig seyn müssten. Nach Koch entstehen keine neuen Gefässe in entzündeten Theilen (wobei aber zu erinnern ist, dass sie jedenfalls sicher oft in dem exsudirten Faserstoffe entstehen). Membranen, welche eine freie Oberfläche darbieten, ergiessen im Zustande der höchsten Ueberfüllung der Capillargefässe den im Blute aufgelösten Faserstoff, welcher dann auf der Oberfläche der Membran coagulirt und eine Pseudomembran bildet. Wo die Exsudation nicht erfolgen kann, häuft sich die gerinnbare Materie in den Capillargefässen der Organe selbst an. Wenn diese Stockung nur in einzelnen Strecken der Capillargefässe stattfindet, andere aber noch eine unvollkommene Circulation in dem Organe unterhalten, so ist das Organ bloss verdichtet, was man in den Lungen hepatisirt, in anderen Organen verhärtet nennt. Wenn aber durch die Heftigkeit der Entzündung alle Circulation in einem Organe aufhört, und alle Capillargefässe nicht allein coagulirtes, sondern auch zersetztes Blut enthalten, und die Substanz selbst zersetzt ist, so

wird ein solcher Theil brandig, d. h. es tritt örtlicher Tod ein. Thomson (Meck. *Archiv* 1. *p.* 448.) hat beobachtet, dass die Gefässe im Brande zuweilen mit coagulirtem Faserstoffe gefüllt, zuweilen durch Entzündung verwachsen sind. Brand tritt leichter bei geschwächtem Nerveneinflusse und in gelähmten Theilen ein.

Wird endlich die Entzündung noch längere Zeit durch neue Ursachen oder durch die Dauer der alten hingehalten, so wird die Substanz der Organe auf eine eigenthümliche Weise zersetzt; es stossen sich nämlich die zersetzten Theile als Eiter ab, eine aus Kügelchen bestehende Materie, die grösser sind als die Blutkörperchen. Niemand, auch Kaltenbrunner nicht, hat die Entstehung des Eiters noch gehörig mikroskopisch beobachtet. Man kann hierzu kein kaltblütiges Thier brauchen, und man müsste die Untersuchung an Säugethieren, Fledermausflügeln anstellen.

Zwar beginnt die Entzündung mit Phänomenen, die der Turgescenz ähnlich sind. Die Organe nehmen durch veränderte organische Affinität zwischen Blut und Substanz mehr Blut auf als sonst, und verhindern seinen Ausfluss. Allein man muss sich sehr hüten, diess vermehrtes Leben zu nennen, was eine Störung der Function bewirkt, und ein Bestreben der Natur zur Folge hat, die durch den Entzündungsreiz verursachte materielle Veränderung, eine die Action des Organes verhindernde Verletzung, wieder auszugleichen. Wäre das Leben erhöht, so würden die krankhaften Ausgänge der Entzündung nicht eintreten. In der Wiedererzeugung der Geweihe, in dem Phänomen der Erection, in der Turgescenz des Uterus nach der Conception ist wirklich Turgescenz mit örtlich vermehrter Lebenskraft verbunden. Reizung und Lebenskraft steigen hier gewissermassen in gleichem Grade, aber in dem Phänomen der Entzündung steigt nur die materielle Veränderung; der Schein von Turgescenz, wobei die materiell veränderten Theile das Blut zurückhalten oder anziehen, um ihren Zustand wieder herzustellen(?), geht allmählig mit der Anhäufung des Blutes und mit der materiellen Veränderung des Organes in örtlichen Tod über, sobald die materiell veränderten Theile die Fähigkeit, welche sie im gesunden Zustande haben, die vitalen Eigenschaften des Blutes zu erhalten, verlieren und das Blut sich innerhalb der Capillargefässe zersetzt. Entzündung entsteht von Reizung der Capillargefässe, ist aber an sich weder ein vermehrtes, noch ein vermindertes Leben, weder Sthenie noch Asthenie, sondern ein eigenthümlicher Zustand, der bald mit noch normalen allgemeinen Lebenskräften, bald mit unterdrückten Lebenskräften vorkömmt, und im Maasse seiner Ausbildung in einem wichtigen Organe jedesmal auch die Lebenskräfte erschöpft, wenn sie im Anfange nicht erschöpft waren; sie ist wesentlich eine durch materielle Veränderung bewirkte krankhafte Wechselwirkung zwischen Substanz und Blut, zusammengesetzt aus einer örtlichen Verletzung, einer örtlichen Neigung zur Zersetzung und einer organischen Thätigkeit, welche dem Zersetzungsstreben das Gleichgewicht zu halten strebt, was zuweilen unter den Erscheinungen einer heilenden Wunde gelingt, zuweilen nicht gelingt.

Wenn die Haut in Entzündung versetzt wird, durch ein Ve-

sicans, so sondert sie zuerst statt Perspiration und Schweiss eine Flüssigkeit ab, welche nur aufgelöstes Eiweiss enthält; wird die Entzündung aber heftiger, so kann jede Haut Faserstoff ausschwitzen, und in der letzten Zeit der Entzündung wird nur Eiter gebildet.

Verschiedene Schriftsteller haben in der neuern Zeit zu beweisen gesucht, dass die Nerven einen grossen Antheil an der Bewegung des Blutes in den Capillargefässen haben. Treviranus und Baumgaertner haben am meisten diese Ansicht unterstützt. So gewiss es ist, dass vom Einflusse der Nerven die Turgescenz der Theile abhängt, ihre Anziehung gegen die ernährende Flüssigkeit, so wenig wird der Kreislauf hierdurch nothwendig unterstützt. Die zahlreichen, von dem trefflichen Baumgaertner angestellten Versuche beweisen den Antheil der Nerven an dem Kreislauf durch die Capillargefässe durchaus nicht evident. Dieser wahrheitliebende Forscher ist aufrichtig genug, zu gestehen, dass viele seiner ingeniösen Versuche nicht stringent beweisen; allein durch die Zahl unvollkommener Beweise wird die Sache nicht besser bewiesen. Baumgaertner bewirkte zwischen dem Nervus ischiadicus und den Fusszehen eines Frosches einen starken galvanischen Strom, welcher die Reizbarkeit dieser Nerven zerstörte, worauf der Blutlauf in den mehrsten Fällen in dem Gliede aufhörte. Da aber hier durch den starken galvanischen Strom die Nervenkraft zerstört wurde, so wurde auch die Ursache aufgehoben, welche die Gerinnung des Blutes verhindert, und ausserdem bewirkt schon der Galvanismus die Gerinnung des Eiweisses im Blute. Nach Zerstörung des Rückenmarkes und Gehirns sah Baumgaertner den Blutlauf sich verlangsamen, obgleich das Herz noch fortschlug; allein die Bewegung des Herzens selbst war geschwächt, und alle Versuche, wo es auf ein unbestimmtes Mehr oder Minder ankömmt, beweisen nicht. Treviranus hatte behauptet, dass nach Durchschneidung des Nervus ischiadicus der Blutlauf in der Schwimmhaut aufhöre, diess fand jedoch Baumgaertner selbst nicht bestätigt, wenn die Schwimmhaut gehörig nass erhalten wurde. Die zahlreichen Versuche von Wilson Philip (*an experimental inquiry into the laws of the vital functions. London* 1817.) beweisen nichts weniger als den Einfluss der Nerven auf die Bewegung des Blutes in den Capillargefässen. Die von ihm auf Gehirn und Rückenmark applicirten Narkotica, Opium, Infusum Nicotianae, machen die Bewegung des Blutes in den Capillargefässen langsamer, aber durch das Herz; die plötzliche Zerstörung der Centraltheile des Nervensystems hebt den Kreislauf in den Capillargefässen auf, aber durch das Herz. Koch (Meck. *Archiv* 1827. *p.* 443.) hat einen ingeniösen Versuch angestellt, um zu sehen, ob die Nerven Antheil an der Blutbewegung in den Capillargefässen haben, ein Versuch, der durch seine Einfachheit wirklich zu einem Resultate führen könnte. Er beobachtete nach Amputation des Beines eines kleinen Frosches in der Schwimmhaut des amputirten Gliedes nur 3 Min. lang Bewegung. Wenn er aber alle Theile bis auf den Nervus ischiadicus durchschnitt, so dauerte die Bewegung $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde. Ich habe diesen Versuch wiederholt, er hat mir aber nicht dieselben Re-

sultate geliefert. Nach völliger Amputation des Beines bei starken Fröschen sah ich in der Schwimmhaut langsame Bewegungen noch 10 Minuten lang, und es war kein Unterschied, als ich den Nervus ischiadicus allein die Communication bilden liess. Etwas, was hier Irrthum veranlassen kann, ist, dass der Frosch die Muskeln des amputirten Unterschenkels noch willkührlich bewegt, so lange der Nervus ischiadicus unverletzt ist und die Communication erhält. Nach einer Zusammenziehung dieser Muskeln sieht man immer wieder eine kleine Bewegung in dem Blute der Capillargefässe, welche aber eine ganz mechanische Ursache hat.

Bei den Fröschen kann man leicht das Rückgrat öffnen, die hinteren Wurzeln der Nerven für die Hinterbeine vom Rückenmark ablösen, und mit einer Zink- und Kupferplatte galvanisiren. Diese hinteren Wurzeln der Spinalnerven erregen keine Zuckungen in den Muskeln, wenn man sie mechanisch oder galvanisch durch Application beider Pole auf die Wurzeln irritirt, dagegen die vorderen Wurzeln unter diesen Umständen auf der Stelle Zuckungen erregen. Ich wollte nun sehen, ob Application des Galvanismus auf eine hintere Wurzel die Bewegung des Blutes in der Schwimmhaut beschleunigt, ein delicater und etwas complicirter Versuch, bei dem Herr Stud. Hoevel assistirte. Jch fand durchaus keine Veränderung der Blutbewegung mit dem Mikroskope in dem Momente, als der Assistent die Kette an der hintern Wurzel schloss. Die vorderen Wurzeln eignen sich zu diesem Versuche nicht, weil dann Zuckungen entstehen, welche die Blutbewegung verändern. Es könnte indess freilich seyn, dass gerade die vorderen Wurzeln Einfluss auf die Turgescenz in den Capillargefässen ausübten. Erwägt man alles diess, so folgt, dass die Nerven wahrscheinlich nicht zur Unterstützung des Kreislaufes in den kleinen Gefässen beitragen, obgleich es gewiss ist, dass die Anhäufung des Blutes in gewissen Theilen bei der Turgescenz vorzüglich von den Nerven abhängig ist. Zur Unterhaltung des Kreislaufes in den kleinen Gefässen ist übrigens keinerlei Hülfskraft nöthig, weil selbst bei geschwächtem Herzen des Frosches das Blut noch stossweise in den kleinen Gefässen durch die Kraft des Herzens weiter getrieben wird.

c. Von den Venen.

Wenn die Kraft des Herzens ausreicht, das Blut durch die Arterien, durch die Capillargefässe, und trotz aller Hindernisse wieder durch die Venen zum Herzen selbst zu treiben, so dringt innerhalb einer gewissen Zeit so viel Blut durch die Venen wieder ins Herz, als durch die Arterien aus ihm heraustritt. Die Kraft des Herzens kann aber auch für diesen Zweck noch durch besondere Hülfsmittel unterstützt seyn. Dies sind die Klappen, welche so angeordnet sind, dass abwechselnder Druck auf die Venen die Bewegung des Blutes nach dem Herzen befördert, während der Mangel an gehöriger Körperbewegung schon aus diesem Grunde den Kreislauf erschweren muss. Eigenthümliche Bewegungen der Venen giebt es ausser an dem Anfange der Hohlvenen

und der Lungenvenen nicht, und man sieht bei Säugethieren deutlich die Grenze, wie weit sich diese Bewegung der Hohlvenen erstreckt, weil der darüber hinaus gelegene Theil der Venenstämme vielmehr ausgedehnt ist, während sich die contractilen Anfänge der Hohlvenen verengern. Flourens, der die Abdominalvenenstämme der Frösche sich bewegen sah, kannte den Einfluss der Lymphherzen der Frösche nicht, welche die Lymphe in die Venenstämme treiben. Aber bei dem Aal giebt es nach Marshall Hall's Entdeckung eine Art Hülfsherz am Schwanzende, ein Organ, das ich bei anderen Fischen nicht gefunden habe. Froriep's *Not.* 727. Dies liegt zu den Seiten des letzten Schwanzwirbels, ist doppelt und treibt das Blut, das es aus den feinen Venen des Endes der Schwanzflosse aufnimmt, in die Vena caudalis. Viele Neuere halten die Kraft des Herzens für ungenügend, und schreiben der Saugkraft des Herzens einen gewissen Antheil an dem Kreislaufe zu, indem nach dieser Ansicht nach der Zusammenziehung der Höhlungen diese wieder zu einem mittlern Zustande von Erweiterung gelangen, und einen relativ leeren Raum bilden. Zugenbuehler *diss. de motu sang. per venas*, *Archiv der Med. und Chir. Schweiz. Aerzte.* 1816. Schubarth in Gilbert's *Annalen* 1817. Dagegen Carus, Meck. *Archiv* 4. 412. Die Erweiterung der Herzhöhlen nach der Zusammenziehung ohne eine Flüssigkeit, welche sie ausdehnt, kann zwar nur gering seyn. Es fragt sich aber, wie viel auf die Saugkraft des Herzens bei der Circulation zu rechnen ist. Die grossen Venen werden bei der Zusammenziehung des Vorhofes vom Blute voller, indem ein Theil des Blutes zurückprallt, oder das zuströmende Blut aufgehalten wird, und während der Erweiterung leerer. Diess haben Magendie, Wedemeyer gesehen, und ich habe mich davon beim Hunde überzeugt. Diess Factum muss man kennen zur Beurtheilung der Versuche. Wedemeyer und Guenther öffneten einem Pferde die Vena jug., nachdem sie oberhalb unterbunden war, in diese wurde ein Catheter gesteckt, der mit einer gebogenen Glasröhre verkittet war. Die absteigende längere Branche der Glasröhre (2 Fuss) wurde in ein Glas mit Wasser gehalten. Anfangs traten Inspiration und Herzschlag fast gleichzeitig und gleich schnell, 30 Mal in der Minute ein, eben so häufig stieg das gefärbte Wasser 2 und mehrere Zolle in der Glasröhre rasch auf, und sank dann jedesmal auf seinen frühern Standpunkt zurück. Allmählig wurden die Inspirationen doppelt so häufig als die Pulsschläge, und nun sahen Wedemeyer und Guenther lange Zeit, dass die Flüssigkeit nicht bei jeder Inspiration, sondern bei jedem Pulsschlage, und mithin gleichzeitig bei jeder Erweiterung des Vorhofes aufstieg. Dieser Versuch scheint die Saugkraft des Herzens ausser Zweifel zu setzen. Dass indess diese Kraft nicht die vorzüglichste Ursache ist, durch welche das Blut sich in den Venen bewegt, beweist das Factum, dass die Kraft des Herzens bis in die Venen reicht, dass ein durchschnittener Venenstamm fortdauernd aus dem, dem Herzen entgegengesetzten, mit den Capillargefässen und Arterien in Verbindung stehenden Stücke Blut ergiesst. Bei der Zusammendrückung der Brust durch das Ausathmen werden

die Gefässe der Brust comprimirt. Dieser Druck hält das Blut in den Venenstämmen auf, und verstärkt den Strom in den Arterien. Magendie zeigte, dass die Arterien bei der Exspiration stärker spritzen; er durchschnitt den Venenstamm eines Gliedes, unterband das zum Herzen gewandte Stück, und beobachtete nun, dass das Venenblut bei jeder Exspiration mit verstärktem Strome floss. Offenbar ist nun doch die Zusammendrückung der Gefässe bei der Exspiration eine weit geringere Kraft, als die des Herzens.

Neulich hat Parry den Untersuchungen über die Bewegung des Blutes in den Venen eine neue Wendung gegeben. Im vollen Zustande erfüllt das Herz den Herzbeutel ganz. Wenn es sich nun zusammenzieht, so entsteht ein relativ leerer Raum in demselben. Das Blut der Venenstämme muss die Vorhöfe füllen, und diese den relativ leeren Raum des Herzbeutels auszufüllen streben. Parry legt aber noch mehr Gewicht auf die Inspiration, er behauptet, durch das Einathmen oder Erweitern der Brusthöhle entstehe in der Brusthöhle ein relativ leerer Raum, und es müsse daher jede Flüssigkeit von aussen oder von innen streben, diesen Raum einzunehmen. Von aussen thut es die atmosphärische Luft, indem sie die Lungen im Maasse der Erweiterung der Brusthöhle ausdehnt, von innen müssen vermöge des äussern Luftdruckes die Flüssigkeiten der Gefässe zuströmen, und die Gefässstämme sich strotzend füllen. Da aber nach jeder Zusammenziehung des Herzens in dem Herzbeutel ein relativ leerer Raum entsteht, den die sich mit Blut füllenden Vorhöfe auszufüllen streben, so muss das Zuströmen des Blutes nach der Brusthöhle im Acte der Inspiration auch vorzugsweise nach den Vorhöfen stattfinden. Froriep's *Notizen n.* 260. 374. 393. 394. Parry schob eine gebogene Röhre in die geöffnete und oberhalb unterbundene Vena jugularis eines Thieres, und liess das untere Ende in ein Gefäss mit gefärbter Flüssigkeit halten. Er sah, dass bei jeder Inspiration die gefärbte Flüssigkeit in der Röhre aufstieg, bei der Exspiration aber still stand, oder selbst theilweise zurücktrat. Wenn die Röhre dieses Apparates in den Herzbeutel selbst gebracht wurde, so beobachtete er auch das Aufsteigen der Flüssigkeit.

Poiseuille hat diesen Gegenstand auf eine zuverlässigere Art untersucht. Er bediente sich des schon beschriebenen, dem Heberbarometer ähnlichen Jnstrumentes. Während sich die Röhre in einer verticalen Lage befindet, wird eine Auflösung von unterkohlensaurem Natron hinein gebracht, welches die Eigenschaft besitzt, das Blut, mit welchem sie sich vermischt, in flüssigem Zustande zu erhalten. Die Flüssigkeit füllt den kleinen herabsteigenden Schenkel, und steigt im grossen aufsteigenden Schenkel bis zu gleicher Höhe des horizontalen Anfangsstückes. Dieser Punkt ist der Nullpunkt der Scala, welche in Millimetern auf dem grossen verticalen Schenkel verzeichnet ist. Indem man nun in eine Vene das an dem horizontalen Theile angeschraubte Anfangsstück einführt, wird die Flüssigkeit, wenn eine Anziehung durch Saugen stattfindet, zum Theil in die Vene übertreten; und in dem langen verticalen Schenkel unter Null fallen, im umgekehrten Falle steigen. Nachdem das Instrument in die Ven. jug. ext. eines Hundes ein-

geführt war, beobachtete man, dass die Flüssigkeit im Momente der Exspiration steigt, im Momente der Inspiration fällt. Das Steigen betrug 85 Millim., das Fallen — 90, später das erste 60, das zweite — 70. Bei grossen Anstrengungen betrug das Steigen während der Exspiration 140 = 155 Millimeter, das Fallen — 240 — 250 beim Einathmen. Diese Versuche, welche wiederholt gleiche Resultate lieferten, bestätigen die Schlussfolge von Parry, dass die Brust im Augenblicke des Einathmens in den starken Venenstämmen der Brust eine Annäherung des Blutes der Venen erzeugt. Anderseits kann die Exspiration die Bewegung des Venenblutes nicht in allen Venen aufhalten, weil die Klappen in den Venen, welche dem Muskeldrucke ausgesetzt sind, das Zurückweichen des Blutes verhindern.

Parry hat den Einfluss des Einathmens auf die Anziehung des Venenblutes überschätzt. Dieser Einfluss zeigt sich nur an den der Brust nahen Venenstämmen. Dagegen erhielt Poiseuille gar keine Veränderung des Niveaus an seinem Instrumente, an den ferneren Venen, z. B. den Venen der Extremitäten. Das Einathmen entleert die Venenstämme der Brust, das Blut der anderen Venen findet dadurch weniger Widerstand; aber dieser Einfluss ist nicht die Hauptursache der Bewegung des Venenblutes, er fällt ohnehin bei den nicht durch Erweiterung der Brust, sondern durch Schlucken einathmenden Amphibien, bei den Fischen und im Foetus weg.

Es ist also keinem Zweifel unterworfen, dass die Kraft, welche das Blut in den Arterien bewegt, auch seine Bewegung in den Haargefässen, und sein Zurückströmen in den Venen bis zum Herzen bedingt, und dass die Anziehung des Blutes in den Hauptvenenstämmen beim Einathmen, die Saugkraft, die Klappen der Venen nur einen Theil des Widerstandes, den das Blut auf diesem Wege erfährt, wieder aufheben. Dass die Capillargefässe diese Kraft nicht aufheben, wird auch aus dem Kreislaufe der Fische bewiesen, deren Arterienblut noch zu allen Organen geführt wird, nachdem es zuvor schon durch das Capillargefässsystem der Kiemen durchgegangen ist. Die Kraft des Herzens hat hier das Blut durch zwei Capillargefässsysteme, zuerst durch die Kiemen, dann durch die Arterien, die, wie wir von Nysten wissen, hier auch nicht contractil sind, und wieder durch das Capillargefässsystem des ganzen Körpers zu treiben. So reicht auch die Kraft des Herzens hin, das Blut bei allen Wirbelthieren noch durch das Capillargefässsystem der Pfortader zu treiben, nachdem es schon die Capillargefässe des Darmes, der Milz etc. durchgegangen ist.

Die Veränderungen der Blutbewegung, welche durch die Athembewegungen entstehen, bewirken in einigen Theilen eine Art von Anschwellung, indem die Zusammendrückung der Brust im Ausathmen die Gefässstämme comprimirt, das Blut der Arterien stärker aus der Brusthöhle austreibt, und das Einströmen des Venenblutes in den rechten Vorhof aufhält Man sieht daher nicht allein die Jugularvenen beim Ausathmen voller, sondern selbst das Gehirn zur Zeit des Athmens blutreicher werden, so

dass das blossgelegte Gehirn auch bei Menschen, welche trepanirt sind, beim Ausathmen sich etwas erhebt, und beim Einathmen senkt. Magendie will diess auch vom Rückenmarke beobachtet haben. Während des Lebens kann bei geschlossenem Schädel keine Bewegung des Gehirnes durch das Athmen entstehen, da die Schädelhöhle von festen Wänden eingeschlossen ist und das Gehirn sein Volumen nicht verändern kann. Was man darüber vorgebracht hat, lässt sich leicht durch die physikalische Unmöglichkeit widerlegen.

Wenn die Bewegung des Blutes in den Venenstämmen durch mechanische Hindernisse gehemmt wird, so entsteht Erguss von wässerigen eiweisshaltigen Theilen des Blutes in die Höhlen und ins Zellgewebe. Faserstoff wird gewöhnlich nicht ergossen; in einem von A. Magnus beobachteten Falle von Ascites aber, gerann die durch die Punction entleerte Flüssigkeit ausser dem Körper nach einigen Minuten vollständig.

Häufig findet man in den Arterien nach dem Tode Blut, wie bei Erhängten, Ertrunkenen, im Kohlendampfe Erstickten, nach Entzündungen, in verknöcherten Arterien. Siehe Otto *path. Anat.* 1. 343. Aber gemeiniglich findet man die Arterien leerer als die Venen. Es ist bekannt, dass die Arterien gewöhnlich sich in dem Maasse verengern und verkürzen, als sie weniger Blut enthalten, d. h. bis auf eine gewisse Grenze. Die elastische Verengerung der Arterien treibt nun im Tode noch das Blut in einem gewissen Grade weiter, insoweit nämlich die Arterien streben, ihren spätern engen Zustand einzunehmen. Einige Zeit nach dem Tode muss die Menge der Flüssigkeiten in den Gefässen beträchtlich vermindert seyn, weil bei der Fähigkeit der thierischen Theile, durch ihre Porosität sich mit wässerigen Flüssigkeiten zu imbibiren, sie flüssige Theile des Blutes durchlassen. Carson (Meck. *Archiv* 6. 604.) schreibt das Leerseyn der Arterien vorzüglich den Lungen zu; indem diese nach dem letzten Athemzuge durch ihre Elasticität sich zusammenziehen, soll ein leerer Raum entstehen, den die Flüssigkeiten durch Erweiterung der venösen Stämme der Brust und der Lungen einnehmen sollen. Carson sah die Arterien voller bleiben, wenn er bei sterbenden Thieren den Brustkasten öffnete. Allein die Elasticität der Lungen kann nicht so gross seyn.

Parry, welcher zwar die rhythmische Contractilität der Arterien läugnet, aber den Tonus oder die unmerkliche gleichförmige Contractilität derselben ausser der Elasticität annimmt, erklärt die Erscheinungen folgendermaassen: Nach dem Tode ziehen sich die Arterien durch ihren Tonus stärker zusammen, als sie durch ihre Elasticität gethan haben würden, wodurch das Blut zum Theil in die Venen getrieben wird. Bald hört der Tonus auf, und die Arterien werden nun wieder weiter. Diese Veränderungen des Durchmessers der Arterien will Parry nach dem Tode beobachtet haben. Bei der unerwiesenen Hypothese, dass die Theilchen des arteriellen Blutes von den Theilchen der Substanz angezogen werden, aber dunkelroth geworden, diese Anziehung verlieren, liesse sich eine Erklärung aufstellen, die unwahrscheinlicher ist.

d. Wundernetze der Arterien und Venen.

Zu den vergleichend anatomischen Thatsachen von grossem physiologischem Interesse gehören ohne Zweifel die Wundernetze. So nennt man die plötzliche Zertheilung einer Arterie oder Vene in ein Büschel von feineren Zweigen, oder in viele unter einander anastomosirende Aeste, welche entweder für sich zu ihrer Bestimmung hingehen, oder sich selbst wieder in einen neuen Stamm sammeln. Die Wundernetze der letztern Art sind seltener. Man kennt diesen Bau an den Arterien der Extremitäten und des Schwanzes einiger langsam sich bewegenden Säugethiere, wie Bradypus, Myrmecophaga, Manis, Stenops. Carlisle *Philos. transact.* 1800. Vrolik *de peculiari art. extremitatum in nonnullis animalibus dispositione. Amst.* 1826. Es kommen aber auch Wundernetze an Theilen vor, wo eine Beziehung zur Muskelbewegung wegfällt, wie das Rete mirabile caroticum, das aus Gehirnästen der Carotis communis bei den Wiederkäuern und beim Schwein gebildet wird, und dessen sämmtliche Zweige sich erst wieder zur Carotis cerebralis sammeln. Rapp (Meck. *Arch.* 1827.) zeigt, dass bei den Thieren mit einem Rete mirabile caroticum die Vertebralarterie nicht zum Gehirn geht, und mit der Carotis externa zusammenhängt, wie bei der Ziege und beim Kalb, oder bei Verbindung mit dem Wundernetz sich doch vorzüglich in die Nackenmuskeln verbreitet, wie beim Schaf. Aehnliche Netze von Arterien finden sich in der Augenhöhle der Wiederkäuer, Katzen, Vögel nach Rapp und Barkow (Meck. *Arch.* 1829.). Hier entspringen die Arterien des Bulbus daraus. Von ungeheurem Umfang sind die Wundernetze der Intercostalarterien und der Venae iliacae der Delphine. Breschet *hist. anat. et physiol. d'un organ de nature vasculaire decouvert dans les cetacés. Paris* 1836. Baer *nov. act. XVII.* Bei einigen Vögeln ist an der Art. tibialis antica ein Netz. Unter den Amphibien kennt man nur das kleine Wundernetz am Stamm der Carotis der Frösche, die sogenannte Carotisdrüse. Huschke in Tiedemann's *Zeitschrift IV.* 1. Einige der grössten Wundernetze sind kürzlich bei mehreren Fischen von Eschricht und mir entdeckt worden; sie sind um so merkwürdiger, als sie zugleich von Venen und Arterien zusammengesetzt werden. Eschricht und Mueller *über die arteriösen und venösen Wundernetze an der Leber des Thunfisches. Berlin* 1836. Die grosse Eingeweidearterie der Thunfische (Thynnus vulgaris und brachypterus) giebt der Leber ihre Leberzweige, bildet aber an derselben Stelle mehrere sehr grosse büschelartige Wundernetze, von vielen hunderten Zweigen, welche sich wieder zu Stämmen sammeln, die sich in den Verdauungseingeweiden verbreiten; aber das vom Darm und Milz rückkehrende Blut geht, ehe es in die Leber gelangt, durch eben solche Wundernetze der Pfortader. Bei Squalus cornubicus und Squalus vulpes habe ich an anderen Stellen Wundernetze gefunden. Sie liegen beim erstern über der Leber zu jeder Seite der Speiseröhre. Das Blut der Eingeweidearterie durchgeht sie, und das aus den Lebervenen rückkehrende Blut durchgeht den venösen Theil der-

selben, ehe es zum Herzen gelangt. Beim Squalus vulpes befinden sich die Wundernetze an den Gefässen des Darms, Magens und der Milz. Andere Haifische haben nichts davon.

Entweder haben diese Bildungen einen mechanischen oder einen chemischen Einfluss auf das Blut. Die Vertheilung des Blutes auf viele feinere Röhren, die sich doch wieder sammeln, scheint den Zweck einer örtlichen Verlangsamung des Blutstroms zu haben, indem die vermehrte Reibung diese Folge haben muss. Diese Erklärung passt auf alle Formen der Wundernetze. Die Erklärung, dass die Wundernetze an den Extremitäten und an dem Schwanze einiger kletternder Thiere zur Erleichterung der Circulation bei den Anstrengungen der Muskeln bestimmt seyen, passt nur auf wenige Formen. Für die Supposition einer chemischen Wirkung hat man bis jetzt keine anderen Gründe als die Vergleichung mit den Lymphgefässplexus und Lymphdrüsen, und die Beobachtung von J. Davy dass die Thunfische eine eigene hohe Temperatur (99° F. bei 80°, 5 des Mediums) haben. Diese Erklärung ist wenig wahrscheinlich. Der Durchgang des Blutes des Verdauungssystems durch 2 Capillargefässnetze, des Darmkanals und der Leber, scheint schon bei allen Wirbelthieren auf örtliche Verlangsamung des Blutstroms berechnet zu seyn; die Wundernetze der erwähnten Fische müssen den Blutstrom noch langsamer machen.

V. Capitel. Vom Verhalten der Blutgefässe bei der Aufnahme und Ausscheidung der Stoffe.

a. Von der Resorption.

Vor der Entdeckung der Lymphgefässe durch Asellius 1622 schrieb man den Venen die Resorption zu. Nach dieser Entdeckung, und nachdem man die Lymphgefässe in den meisten Organen kennen gelernt hatte, hielt man sie für die alleinigen Organe der Resorption. Die Ansicht von der Resorption der Lymphgefässe stützt sich auf das Anschwellen der Lymphgefässe des Darmes einige Zeit nach dem Essen; ferner auf das anatomische Verhältniss, dass diese Gefässe durch Klappen den Lauf des Chylus und der Lymphe gegen den Ductus thoracicus befördern, den entgegengesetzten hemmen müssen. Indessen hat man in verschiedenen Zeiten dagegen gewarnt, dass man die Lymphgefässe nicht als einzige Organe der Resorption betrachten könne. Bekannt ist die Resorption der Knochenmasse im innern der Knochen bei Entstehung ihrer Zellen, die Absorption der Alveolen der Zähne bei den Alten, und doch existiren in den Knochen keine Lymphgefässe. Man kennt die Resorption von Eiter, Stücken der Crystalllinse und von Blut im Auge, von dessen Innerm doch keine Lymphgefässe bekannt sind. Endlich dürfte man nur an die Aufsaugung der Dotterflüssigkeit von der Keimhaut erinnern, von welcher Niemand behaupten wird, dass sie in den ersten Tagen schon Lymphgefässe besitze, wenn nicht auch die wirbellosen Thiere

(ohne Lymphgefässe) dasselbe lehrten. Allein die Thatsache einer unmittelbaren Resorption in das Blut ohne Vermittelung der Lymphgefässe musste auf einem langwierigen experimentellen Wege gefunden werden, wobei sich Magendie, Emmert, Mayer, Lawrence, Coates, Tiedemann, Gmelin und Westrumb vorzügliche Verdienste erworben haben. Delille und Magendie trennten bei einem Hunde den Schenkel vom Körper bis auf die Art. und Ven. cruralis, welche die Communication mit dem Stumpfe unterhielten. Diese beiden Gefässe wurden rein präparirt und ihre äussere Zellhaut weggenommen, 2 Gran eines sehr starken Giftes (upas tieute) wurden darauf in den Fuss eingebracht (enfoncés). Die Wirkung des Giftes war eben so schnell, als wenn der Schenkel unverletzt gewesen, so dass die Symptome in 4 Minuten sich zeigten, und das Thier in 10 Minuten dem Tode unterlag. Magendie und Delille machten einen ähnlichen Versuch an der Darmschlinge eines Hundes, dessen Lymphgefässe durch eine gute Mahlzeit vorher sichtbar gemacht worden. Die Darmschlinge wurde an zwei Stellen unterbunden, mit einem Zwischenraume von 4 Decimeter. Sie unterbanden auch die Lymphgefässe dieser Schlinge mit zwei Ligaturen, und schnitten sie dazwischen durch. Sie überzeugten sich, dass keine weiteren Lymphgefässe von der Darmschlinge führten, so dass dieselbe nur durch die Arterien und Venen mit dem Kreislaufe in Verbindung stand. Darauf injicirten sie in die Darmschlinge 2 Unzen Decoct. nuc. vom., der Ausfluss wurde durch eine Ligatur gehindert. Nach 6 Minuten zeigten sich die Symptome der Vergiftung. Meck. *Arch.* 2. 1816. *p.* 253. *précis de physiol.* 2. 203.

Magendie legte bei einem jungen Hunde von 6 Wochen eine Jugularvene bloss, und isolirte sie in ihrer ganzen Länge, so dass er eine Karte darunter bringen konnte. Dann liess er auf die Vene eine wässerige Auflösung von Extract. nuc. vom. spirit. wirken. Die Vergiftungssymptome zeigten sich vor der 4ten, bei erwachsenen Hunden nach der 10ten Minute. *Physiol.* 2. 279

Segalas (Magendie *Journal de Physiol.* 2. *p.* 117.) hat diese Versuche auf andere Art wiederholt. Er konnte nach Unterbindung der Blutgefässe oder der blossen Venen einer Darmschlinge und bei unversehrten Lymphgefässen, in einer Stunde nicht einen Hund durch Application des Giftes in der Darmschlinge tödten.

Mayer's Versuche mit Einspritzung von blausaurem Kali in die Lungen verdienen eine umständlichere Erwähnung. In 2—5 Minuten kann dieses Salz schon im Blute gefunden werden, in dessen Serum durch Anwendung von salzs. oder schwefels. Eisenoxyd ein grüner oder blauer Niederschlag erfolgt. Dieser Uebergang ins Blut ist zu schnell, als dass er durch Vermittelung des langsameren Laufes der Lymphe erklärt werden könnte. Bei Einspritzung jener Salzauflösung in die Lungen zeigte sie sich zuerst im Blute, viel später im Chylus, früher im linken Herzen, wann im rechten Herzen nach keine Spur zu erkennen war, was sich umgekehrt verhalten müsste, wenn die Aufsaugung durch die Lymphgefässe geschehen wäre, indem die Lymphe zunächst in das Körpervenenblut geführt wird. Schon 8 Minuten nach der Ein-

flössung in die Lungen erkennt man die Flüssigkeit im Harn. Man bemerkt sie ferner in der Haut, in der Feuchtigkeit der Gelenkhöhlen, in der Höhle des Unterleibes, in der Brusthöhle, im Herzbeutel, im Fette, in den fibrösen Häuten, z. B. Dura mater, in den Aponeurosen, in der Arachnoidea, in den Kapsel- und Seitenbändern, inneren Gelenkbändern (z. B. Lig. cruciat. des Kniegelenkes, Lig. teres der Pfanne), in der Knorpelhaut, in den Klappen des Herzens.

Von den Absonderungsorganen wurden nur die Nieren und der Harn gefärbt, weil das blaus. Kali, wie die meisten Salze, durch die Nieren wieder ausgeschieden wird. Die Leber zeigte keine Färbung an ihrer äussern Oberfläche, wohl aber in ihrem Parenchym, jedoch nur an Stellen, wo grosse Gefässe lagen, und wo das Zellgewebe der capsula Glissonii sie umgab. In der Galle liess sich keine, in der Milch nur eine unbedeutende Farbenveränderung erkennen. Deutlicher war die Färbung, namentlich des Zellgewebes in Hoden, Speicheldrüsen und Pankreas. Die Milz zeigte keine, die Nebennieren kaum eine Farbenveränderung. Gar keine Farbenveränderung zeigten die Muskeln, ausser an Stellen, wo fibröse Häute die Muskelbündel bekleideten. Die Nerven wurden zwar äusserlich grün, aber diess rührte von dem sie umgebenden Zellgewebe her. Das Nervenmark, das Gehirn und Rückenmark zeigte fast gar keine Farbenveränderung. In den Knochen keine Spur von Farbenwechsel. Da indess das blaus. Kali durch das Blut in alle Theile gleich verbreitet wird, so scheint es, dass es von einigen Theilen vielleicht verhüllt oder zersetzt wird, so dass dessen Entdeckung durch Reagentien unmöglich gemacht wurde. Meck. *Archiv. T.* 3. 1817. 485.

Die Versuche, welche die Akademie der Medizin von Philadelphia anstellte (*Philadelph. Journ. N.* 6. Froriep's *Not. N.* 49.), scheinen zum Theil mit Mayer's Resultaten und allen den vorhergehenden im Widerspruch zu stehen, und für die vorzugsweise Aufnahme durch die Lymphgefässe zu sprechen. Allein sie sind nach der Art, wie sie angestellt wurden, nicht beweiskräftig. Die Akademie fand nach Injection in das Abdomen oder den Darm von der Solution von blausaurem Kali, 35 Minuten und mehr nachher in der Mehrzahl der vielen Versuche den Chylus deutlich bei Zusatz von Eisensalz blau gefärbt, dagegen sich in dem Serum des Blutes und im Urin meist auch eine schwache Färbung zeigte. Der Zeitraum von 35 Minuten ist viel zu gross; man hätte, wie in Mayer's Versuchen, mehrere Minuten nach der Injection Blut und Harn untersuchen müssen. Denn so wie die Versuche angestellt wurden, beweisen sie nur, dass chemische Agentien auch durch die Lymphgefässe aufgesogen werden. So fanden die Verfasser in einem Falle (N. 36.) 2 Minuten, nachdem eine Katze 1 Unze von der blausauren Kalisolution verschlungen, als sie die Katze verbluten liessen, das Salz im Urin, wenn gleich nicht im Serum des Blutes und im Chylus, wo das Salz doch lediglich in das Blut, und vom Blute in den Harn gelangt seyn konnte. Die Commission der Akademie unterband in mehreren Fällen die Vena portarum, welche das Blut vom Darme aufnimmt;

gleichwohl erzeugte Nux vomica in eine Darmschlinge gebracht, nach 23 und mehr Minuten Tetanus, während die blosse Unterbindung der Vena portarum in anderen Fällen zwar auch, aber ohne Krämpfe tödtete. Diese Versuche scheinen zu beweisen, dass die Lymphgefässe des Darmes das Gift ins Blut gebracht hatten. Diess kann auch wohl seyn in einem Zeitraume von 23 Minuten, ohne dass daraus die Resorption in das Blut in kürzerer Zeit widerlegt wird. Auch anastomosiren Zweige der Darmvenen mit Zweigen der untern Hohlvene. Siehe oben p. 185.

Westrumb fand nach Einspritzung von blaus. Kali in den Magen diess schon nach 2 Minuten im Harn, ohne dass Lymphe und Chylus blaus. Kali enthielten. Die Ureteren waren durchschnitten und daran Röhrchen befestigt worden, woraus der Harn aufgefangen wurde. Meck. *Archiv* 7. 525. 540.

Tiedemann und Gmelin fanden in ihren zahlreichen Versuchen mit Farbestoffen und Salzen, die sie in den Mund eingegeben, und die leicht als solche oder durch Reagentien erkannt werden, nach mehreren Stunden niemals etwas von Färbestoffen in den Chylus übergegangen, obwohl diese Stoffe im Blute und im Urin erkannt wurden, und obgleich sie bis in den Darm gelangt waren. Von Salzen fand sich unter zahlreichen Versuchen nur einigemal etwas in den Chylus übergegangen; bei einem Pferde, das schwefelsaures Eisen bekommen hatte, so wie einmal blausaures Kali im Chylus eines Hundes vorkam, dagegen nicht in einem andern Versuche; schwefelblaus. Kali zeigte sich im Chylus eines Hundes. Der Einwurf, dass die Substanzen schon aufgesogen seyn konnten, widerlegt sich aus dem Umstande, dass der Darm noch eine Menge aufsaugbarer Stoffe enthielt. Diese Resultate, welche durch die Genauigkeit der Versuche einen hohen Grad von Zuverlässigkeit haben, stimmen mit den von Hallé (Fourcroy *syst. des connaiss. chim.* 10. 66.) und Magendie (*physiol. ed.* 1. *T.* 2. 157.) gemachten Versuchen überein. Dagegen sie mit den Versuchen von Martin Lister und Musgrave (*Phil. Trans.* 1701. 819.), von Hunter, Haller und Blumenbach im Widerspruch stehen, wie denn auch Viridet und Mattei an dem Chylus eine gelbe und rothe Farbe nach Füttern mit Eigelb und rothen Rüben bemerkt haben wollen.

Fodera füllte bei einem lebenden Thiere eine Darmschlinge mit einer Auflösung von blausaurem Kali, und unterband sie an zwei Stellen, tauchte die Darmschlinge dann in eine Solution von schwefelsaurem Eisen, und sah die Lymphgefässe und Venen blau werden. *Recherch. exp. sur l'exhalation et l'absorption. Par.* 1824. Schroeder v. d. Kolk sah bei diesem Experimente bloss die blaue Farbe in den Lymphgefässen, aber nicht in den Venen. Das blausaure Kali im Darme hatte nach einer halben Stunde noch nicht seine Farbe verändert, so dass das schwefelsaure Eisen noch nicht durch die ganzen Darmwände eingedrungen war. Diess beweist nicht absolut gegen den unmittelbaren Uebergang der Stoffe ins Blut. Denn die ins Blut übergegangenen kleinen Quantitäten werden sogleich weiter bewegt, dagegen die Bewegung des Chylus in den Lymphgefässen nicht sehr schnell ist. Auch ist eine

blaue Farbennuance am Blute selbst äussert schwer, und nur sicher am Blutserum zu erkennen. Lawrence und Coates erkannten das Salz nicht eher im Blute, bis es sich im obern Theile des Ductus thorac. zeigte. Froriep's *Not.* 77.

Mehrere Versuche sind mit Unterbindung des Ductus thoracicus von Brodie, Magendie, Delille und Segalas angestellt worden. Brodie sah tödtliche Wirkung des Weingeistes, des Woragiftes, auch nach Unterbindung des Ductus thoracicus. Brodie, *Phil. Trans.* 1811. Reil's *Archiv. T.* 12.

Da der Ductus thoracicus zuweilen Nebenverbindungen bei Thieren eingeht, zuweilen wie beim Schweine, Zweige in die Vena azygos übergehen, zuweilen sogar selbst ein rechter Ductus thoracicus vorhanden ist, die Lymphgefässe aber vielfach mit einander in Verbindung stehen, so kann die Unterbindung des Ductus thoracicus den Uebergang der vergifteten Lymphe in das Blut nicht absolut hindern. Emmert's Versuche zeigen den unmittelbaren Uebergang von Stoffen in das Blut durch den Mangel jenes Ueberganges nach Unterbindung der Blutgefässe. Emmert unterband die Aorta abdominalis. Nun brachte er blausaures Kali und ein Decoct der Angustura virosa in verschiedene Wunden der Füsse. Das blausaure Kali wurde resorbirt und im Urin entdeckt, aber die Angustura wirkte nicht vergiftend wie gewöhnlich. In einem andern Versuche sah Emmert nach Unterbindung der Aorta abdominalis von Blausäure, die in eine Wunde des Fusses gebracht worden, selbst nach 70 Stunden keine Folgen; als aber dann das Ligament von der Aorta gelöst wurde, trat die Vergiftung nach einer halben Stunde ein. Meck. *Archiv I.* 1815. *p.* 178. Schnell *diss. sist. hist. veneni upas antiar. Tub.* 1815. *Tübing. Blätter* 3. 1. 1817. Schabel *de effectibus veneni rad. veratri albi et hellebori nigri. Tub.* 1819. Vergl. Westrumb *physiologische Untersuchungen über die Einsaugungskraft der Venen. Hannover* 1825. Tiedemann und Gmelin *Versuche über die Wege, auf welchen Substanzen aus dem Magen und Darmkanal ins Blut gelangen. Heidelb.* 1820. Seiler und Ficinus in *Zeitschrift für Natur- und Heilkunde* 2. 378. Jaeckel *de absorptione venosa. Vratislav.* 1819. Lebkuchner *diss. utrum per viventium adhuc animalium membranas atque vasorum parietes materiae ponderabiles illis applicatae permeare queant nec ne. Tub.* 1819. Wedemeyer *über den Kreislauf. Hannover* 1828. 421. Jacobson endlich hat gezeigt, dass blausaures Kali bei den Mollusken, welche keine Lymphgefässe besitzen, doch leicht von allen Oberflächen ins Blut gelangt, und daraus wieder durch die Secretionsorgane (Lunge, Leber, Saccus calcareus) ausgeschieden wird. Froriep's *Notizen* 14. *p.* 200.

Der Uebergang von Stoffen unmittelbar in die Capillargefässe des Blutes ist nach allen diesen Versuchen, am meisten aber durch die überaus schnellen Wirkungen eines Giftes erwiesen, da sich eben so bestimmt beweisen lässt, dass die allgemeinen Vergiftungswirkungen nicht von dem Nervenzusammenhang, sondern nur von dem Kreislaufe abhängen. Siehe das erste Capitel der Nervenphysik. Gleichwohl liessen sich alle diese Erscheinungen auch

aus der Resorption der Lymphgefässe erklären, wenn die Annahme einiger Neueren von der Communication der Lymphgefässe und kleinen Venen in oder ausser den Lymphdrüsen richtig wären. Allein dieser Einwurf lässt sich durch Thatsachen über die Imbibition der thierischen Gewebe vollkommen widerlegen. Man hat diesen Uebergang bisher von einer eigenen Resorptionskraft der Venen abhängig gemacht. Allein es lässt sich zeigen, dass aufgelöste Stoffe auch ohne die eingebildete Resorptionskraft der Venen in das Blut der Capillargefässe dringen, und wenn diess ist, so verbreiten sie sich darum zunächst mit dem Venenblute, weil alles Blut aus den Capillargefässen von den Arterien aus die Bewegung nach den Venen und nach dem Herzen hat. Das Urphänomen des unmittelbaren Ueberganges von aufgelösten Stoffen ins Blut ist die Tränkung der thierischen, auch todten Theile mit Flüssigkeit durch ihre unsichtbare Porosität oder die Imbibition, und insofern diese Resorption auch von ganz todten thierischen Theilen ausgeübt wird, werden wir sie mit Recht im Gegensatz der lymphatischen Resorption die unorganische nennen.

Gase und tropfbare dünnflüssige Stoffe durchdringen mit dem, was sie aufgelöst enthalten, nasse thierische Theile. Zweierlei Gase in und ausser einer nassen thierischen Blase, die vorher trocken gewesen seyn kann, setzen sich ins Gleichgewicht der Vertheilung. Ein Gas durchdringt eine nasse Blase, um von darin befindlicher Flüssigkeit absorbirt zu werden; schon hieraus sieht man, wie luftförmige Stoffe beim Athmen an das Blut treten können, ohne dass Blutkörperchen ausfliessen. Denn die Gase durchdringen die Häute, welche von Capillargefässen und kreisendem Blute durchzogen sind, und lösen sich im Blute dieser Capillargefässe auf, während die Häute der Gefässe zwar durch ihre allgemeine unsichtbare Porosität für Gase und tropfbarflüssige aufgelöste Stoffe permeabel sind, aber keine dem Durchmesser der Blutkörperchen entsprechende Oeffnungen haben. Ueberbindet man ein mit Wasser gefülltes Glas dicht auf dem Wasser mit einer feuchten Thierblase, und streut ein Salz auf die feuchte Blase, so löst sich das Salz in dem die Poren der Blase durchdringenden Wasser auf, und theilt sich von diesem Wasser dem Wasser des Gefässes mit. Die Grundursache der Imbibition, der Permeabilität der thierischen Theile, ist daher das Vermögen der Stoffe, sich in der Flüssigkeit, in der sie aufgelöst worden, gleichförmig zu verbreiten. Ein aufgelöstes Salz strebt sich in einer andern Flüssigkeit, womit es sich mischen kann, weiter zu vertheilen, wie Salzwasser und Wasser sich ins Gleichgewicht der Vertheilung setzen. Da nun die thierischen Theile von wässerigen Flüssigkeiten weich, und ihre Poren von wässeriger Flüssigkeit angefüllt sind, so wird ein aufgelöster Stoff sich dem Wasser dieser Poren mittheilen, und selbst durch die Poren einer Membran hindurch sich wieder in Flüssigkeiten, welche die Membran berühren, weiter zu vertheilen streben, bis das Gleichgewicht der Vertheilung zwischen zweien die Membran berührenden Flüssigkeiten hergestellt ist. Es giebt indessen besondere Umstände, wo die Imbibition durch Capillarität und Anziehung

verstärkt wird. Das Erstere ist der Fall beim Aufweichen eines trockenen thierischen Theiles, wo die Capillarität der leeren Poren das Eindringen der tropfbarflüssigen Stoffe befördern muss. Das Zweite zeigt sich in dem Phänomen der *Endosmose* und *Exosmose*. Diess ist ein zuerst von Parrot entdecktes, von Porret und Dutrochet u. A. weiter untersuchtes Phänomen. Bringt man in eine Glasröhre, die unten mit Thierblase zugebunden ist, eine Auflösung von irgend einem Salz, von Zucker, so dringen die Theilchen desselben zwar in die Poren der Blase, aber nicht aussen hervor. Stellt man die gefüllte Röhre in ein Gefäss mit dest. Wasser, so steigt allmählig das Niveau der innern Flüssigkeit und bisweilen um mehrere Zoll. Durch Reagentien erkennt man aber auch, dass zugleich Theilchen der Auflösung in das äussere Wasser durchgedrungen. Das Steigen des Niveaus dauert so lange fort, bis beide Flüssigkeiten in und ausser der Röhre homogen geworden sind. Enthält die Röhre Wasser, das äussere Gefäss die Salzlösung, so sinkt das Wasser der Röhre. Enthalten beide Gefässe Lösung verschiedener Salze von gleicher Concentration, so verändert sich das Niveau nicht, aber beiderlei Salze vermischen sich. War dagegen die eine Lösung concentrirter, so erhöht sich ihre Oberfläche. Dieselben Phänomene beobachtet man, wenn man statt Thierblase mineralische poröse Körper anwendet. Man hat zwei Erklärungen des Phänomens. Die erste von Magnus und Poisson besteht darin, dass die Attraction zwischen den Theilchen einer Salzlösung zusammengesetzt ist aus den gegenseitigen Attractionen des Wassers und Salzes, und aus der Attraction der homogenen Theile des Wassers für sich und des Salzes für sich. Diese vereinte Attraction ist grösser als die der Wasserpartikelchen. Berzel. *Thierchem.* 128. Die zweite Erklärung besteht in Folgendem: Die thierische Blase lässt sich insofern sie porös ist, als ein System capillarer Röhrchen betrachten, welche anziehend auf die durchgehenden Flüssigkeiten wirken, welche sich durch das die Poren ausfüllende Wasser auszugleichen streben. Nimmt man nun an, dass eine dieser Flüssigkeiten eine stärkere Anziehung zum Stoff der Blase erleidet, so wird sie länger beim Durchgang durch die Capillarporen aufgehalten, als die andere, die darum in ihrem Gefässe fallen muss. Das Niveau der erstern wird aber so lange steigen, bis der zunehmende Druck der steigenden Wassersäule jener stärkeren Anziehung das Gleichgewicht hält. Biot *Experimental-Physik*, übers. von Fechner. 1. *p.* 384. Vergl. Poisson, Poggend. *Ann.* 11. 134. Fischer ebend. 126. Magnus ebend. 10. 153. Wach, Schweigg. *Journal* 1830. *p.* 20.

Dutrochet hat jene Erscheinungen Endosmose und Exosmose nach dem Steigen der einen oder andern Flüssigkeit bei verschiedenen Bedingungen genannt. Es ist ohne Zweifel, dass bei dem unmittelbaren Uebergange von aufgelösten Theilen in die Capillargefässe und das Blut, sowohl Endosmose als einfache Imbibition stattfindet. Dutrochet hat diess durch Versuche versinnlicht. Er nahm ein Stück Darm von einem jungen Hühnchen, füllte es zur Hälfte mit einer Lösung von Gummi, Zucker oder

Kochsalz, und legte es, an beiden Enden zugebunden, in eine Schale mit Wasser, worin es sich bald so füllte, dass es ausgespannt wurde. Enthielt das Darmstück reines Wasser, und lag in Zuckerwasser, so wurde es allmählig schlaffer, während zugleich Zucker in den Darm überging. Dutrochet *l'agent immédiat du mouvement vital. Paris* 1826. *Nouv. rech. sur l'endosmose. Paris.* 1828.

Seine Hypothese, dass hierbei elektrische Wirkungen stattfinden, hat sich nicht bestätigt. Es ist auch nicht constant, dass die dichtere Lösung mehr von der dünnern, als diese von jener anzieht, wovon die Gase besonders schon das Gegentheil zeigen, sondern es scheint die chemische Constitution und das physikalisch-chemische Verhältniss der Flüssigkeit zur Thierblase dabei eine grosse Rolle zu spielen. Wässeriger Weingeist in einer Thierblase aufbewahrt, concentrirt sich, indem bloss das Wasser verdunstet. Vergl. Staples Versuche in Kastner's *Archiv für Chemie. Bd.* 3. *H.* 1—3. *p.* 282. Ein Darmstück eines Huhns mit wässeriger Lösung von Mimosengummi und Rhabarbarin zum Theil gefüllt, und zugebunden in Wasser gelegt, schwoll auf, während Rhabarbarin heraustrat. Aehnliche Säcke mit schwacher Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul in Wasser gelegt, das Blutlaugensalz enthielt, schwollen auch auf, weil Wasser eingedrungen war; sie hatten an die umgebende Lösung Eisensalz abgegeben und dieselbe gebläuet. Im Darme war aber keine Spur von blauer Farbe. Die Verhältnisse, die bei den Gasen stattfinden, sind sehr merkwürdig. Faust hat hierüber Versuche angestellt. Froriep's *Not. N.* 646. Eine mit atmosphärischer Luft halbgefüllte Blase unter einer mit kohlensaurem Gas gefüllten Glocke schwoll an, eine mit Wasserstoffgas gefüllte Blase unter eine mit kohlensaurem Gas gefüllte Glocke gebracht, schwoll bis zum Zerplatzen auf. Dagegen ein leichteres Gas in der Glocke das Zusammenfallen der mit dem schwereren Gas gefüllten Blase bewirkt.

Ich wünschte zu wissen, wie schnell etwas durch Imbibition in die erste Schicht der Capillargefässe eines von Epidermis freien Theiles, und so in das Blut eindringen kann. Da das zarte Häutchen der Darmzotten vom Kalbe und Ochsen von 0,00174 P. Z. Dicke noch blutführende Capillargefässe enthält, so kann man sich nach dieser Dicke einen Begriff von der Tiefe machen, bis zu welcher aufgelöste Substanzen eindringen müssen, um in die erste Schicht von Capillargefässen einer von Epidermis freien Haut einzudringen. Ich spannte nun über ein Gläschen von sehr dünnem Hals die Urinblase eines Frosches, und bei einem zweiten Versuche die Lunge eines Frosches, nachdem ich vorher etwas von einer Auflösung von blausaurem Kali in das Gläschen gethan hatte; auf die Oberfläche des nassen Häutchens brachte ich mit einem Pinselchen etwas von einer Auflösung eines Eisensalzes (salzsaures Eisenoxyd). In demselben Moment drehte ich das Gläschen um, so dass das blausaure Kali die innere Fläche des Häutchens berührte. In nicht längerer Zeit als einer Secunde hatte sich ein schwacher blauer Fleck gebildet, der bald stärker wurde; daraus geht hervor, dass aufgelöste Stoffe spurweise innerhalb einer Se-

cunde eine Membran von der Dicke einer ausgespannten Urinblase des Frosches durchdringen. Diese Membran enthält noch mehrere Hautschichten, und ist sehr viel dicker als das organisirte Häutchen der Darmzotten von 0,00174 P. Z. Man kann also annehmen, dass eine aufgelöste Substanz spurweise schon innerhalb einer Secunde in die oberflächlichen Capillargefässe eines von Epidermis freien Theiles und so ins Blut gelangt. Da nun das Blut nach Hering in $\frac{1}{2}$, nach Anderer Berechnung in 1 — 2 Minuten im ganzen Körper herumgetrieben wird (p. 186.), so kann man annehmen, dass eine Spur einer aufgelösten Substanz, die mit einer epidermislosen organisirten Haut in Berührung kommt, innerhalb $\frac{1}{2}$ — 2 Minuten spurweise durch den Kreislauf verbreitet seyn kann.

Die narkotischen Gifte wirken zwar durch Zerstörung der Nervenkräfte, allein sie bringen auf Nerven, örtlich applicirt, nur örtliche Wirkungen hervor. Tauchte ich den Nerven eines abgelösten Froschschenkels einige Zeit in eine wässerige Opiumauflösung, so verlor die eingetauchte Strecke des Nerven ihre Reizbarkeit, d. h. ihre Fähigkeit, auf Reize Zuckungen des Schenkels zu erregen. Allein unter der mit dem Gifte in Berührung gekommenen Stelle behielt der Nerv seine Reizbarkeit, woraus folgt, dass das Opium die Nervensubstanz selbst verändert, dass aber die örtliche narkotische Vergiftung nicht durch die Nerven zur allgemeinen Vergiftung verbreitet wird. Auch wird ein Frosch, der sonst gegen Opium sehr empfindlich ist, innerhalb mehrerer Stunden, nicht vergiftet, wenn man den Schenkel so amputirt, dass nur der Nerve die Communication zwischen Rumpf und Unterschenkel unterhält, und nun den Unterschenkel in eine Opiumauflösung gesenkt erhält, den Frosch aber so befestigt, dass der Rumpf desselben nicht durch Bewegung des Frosches von der Opiumauflösung bespritzt wird. Diese Versuche, wie so viele andere von namhaften Physiologen angestellte Versuche, beweisen, dass die narkotischen Gifte ihre allgemeinen Wirkungen auf das Nervensystem nach ihrer Aufnahme ins Blut durch die Circulation ausüben. Dupuy und Brachet behaupten zwar, dass man Thiere nicht durch narkotische Gifte, die in den Magen gebracht werden, vergiften könne, wenn man den Nervus vagus beider Seiten durchschnitten habe, oder dass die Thiere dann wenigstens später stürben; allein wir haben hier in dreissig Versuchen an Säugethieren, die Herr Wernscheidt darüber, unter meiner Leitung, anstellte, durchaus keinen Unterschied in der Wirkung der in den Magen gebrachten narkotischen Gifte gesehen, wenn wir bei Thieren gleicher Art und Grösse den Nervus vagus beider Seiten vor der Vergiftung durchschnitten oder nicht durchschnitten.

Die schnelle Wirkung der meisten narkotischen Gifte lässt sich nach den oben angeführten Thatsachen über die Aufsaugung durch Imbibition vollkommen erklären. Die Blausäure jedoch äussert ihre Wirkung schon lange vor $\frac{1}{2}$ — 2 Minuten, innerhalb welcher sie in das Blut durch die Capillargefässe eingedrungen und verbreitet seyn könnte. Auch die weingeistige Auflösung des Ex-

tracti nucis vomicae spirituosi bewirkt, in einiger Quantität in den Mund von jungen Kaninchen gebracht, den Tod auf der Stelle; dagegen dieses Gift, in einiger Entfernung vom Gehirn auf einen blossgelegten Nerven, z. B. den Nervus ischiadicus, applicirt, gar keine allgemeinen Wirkungen hervorbringt, wie denn auch Wedemeyer beobachtet hat, dass concentrirte Blausäure, auf einen blossen Nerven applicirt, nicht wirkte. Die schnellen Wirkungen der Blausäure kann man nur aus ihrer Flüchtigkeit und Expansionskraft erklären, durch welche sie sich schneller in dem Blute verbreitet, als die Circulation desselben geschieht, und durch welche sie, selbst abgesehen von der Verbreitung durch das Blut, die thierischen Theile schnell zu durchdringen fähig ist, durch welche sie ferner um so schneller materielle Veränderungen in dem Centralorgane des Nervensystems, im Gehirn, bewirkt, je näher dem Gehirn sie applicirt wird. Schliesslich erlaube ich mir eine Bemerkung über die materielle Veränderung durch narkotische Gifte. Dass nämlich die narkotischen Gifte bei ihrer Wirkung auf die Nerven auch durch materielle Veränderung wirken, wird wenigstens daraus gewiss, dass einige schon das Blut materiell verändern. Denn abgesehen von den bekannten Wirkungen der Blausäure, bewirkt das Viperngift und das Ticunasgift, nach Fontana, wenn es aus der Ader gelassenem Blute zugesetzt wird, dass das Blut nicht mehr gerinnt, während Viperngift, in Wunden von Thieren gebracht, nach Fontana, das Blut des noch lebenden Körpers zum Theil gerinnen machen soll, worauf ein Zustand entsteht, der dem in der heftigsten asiatischen Cholera nicht unähnlich ist. Fontana *über das Viperngift etc. Berlin* 1787.

Durch die schnelle Aufnahme aufgelöster Stoffe in die Capillargefässe und ihre schnelle Verbreitung durch den Kreislauf erklärt sich vollkommen leicht der schnelle Uebergang der genossenen aufgelösten Stoffe in den Harn, ohne dass man in die Barbarei verfallen kann, geheime Harnwege, zwischen Magen und Nieren anzunehmen. Nach Westrumb erfolgt dieser Uebergang bei löslichen Salzen schon in 2—10 Minuten spurweise. Denn nach dieser Zeit konnte er blausaures Kali, das einem Thiere gegeben worden, in dem Urin entdecken, indem er den Urin unmittelbar aus dem Harnleiter des eröffneten Thieres auffing. In der Regel erfolgt dieser Uebergang aber viel später, wie aus Stehberger's Versuchen hervorgeht. Siehe den Art. vom Harn.

Die durch Imbibition durch die Wände der Capillargefässnetze zum Blute dringenden Stoffe müssen jedenfalls aufgelöst seyn, sie dürfen nicht aus Kügelchen bestehen. Es folgt schon hieraus, dass die verdauten Stoffe und der Kügelchen enthaltende Chylus nicht durch die Imbibition in die Capillargefässe eindringen und zum Venenblute gelangen können. Tiedemann, Gmelin und Mayer haben zwar Chylusstreifen im Blute der Darmvenen und der Pfortader gefunden. Allein diese Materie kann nicht durch die Wände der Capillargefässe eingedrungen seyn, denn sonst müssten diese auch Blutkörperchen durchlassen. Vielleicht rührten diese Chylusstreifen von der noch problematischen Verbindung der Lymphgefässe mit den kleineren Venen her.

Die Endosmose erklärt nicht die Aufsaugung aller Flüssigkeiten von thierischen Geweben. Wenn die Flüssigkeiten des thierischen Körpers concentrirtere Auflösungen sind, als die aufzusaugenden Flüssigkeiten z. B. in der Pleura, in den Lungen, so werden letztere nach den Gesetzen der Endosmose leichter in die thierischen Theile übergehen, als die thierischen Flüssigkeiten heraustreten. Wenn aber die aufzusaugende Flüssigkeit eine gleich concentrirte Auflösung ist als die Flüssigkeiten der thierischen Theile, so werden zwar nach den Gesetzen der Imbibition beiderlei Flüssigkeiten sich durchdringen, allein die Quantität der Flüssigkeiten wird auf beiden Seiten nicht verändert; und wenn die thierischen Flüssigkeiten weniger concentrirte Auflösungen sind, so wird die Quantität der aufzusaugenden Flüssigkeit nach den Gesetzen der Endosmose selbst wachsen. Hieraus sieht man, dass die Imbibition nur die Vermischung, z. B. den Uebergang von Giften etc., nicht aber die quantitativen Verhältnisse der Aufsaugung erklärt. Denn eine in der Pleura befindliche Quantität Flüssigkeit, deren Eiweiss und Salze gleich concentrirt sind, wie die des Blutes, würde sich durch Imbibition durchaus nicht vermindern, sondern nur Salze an das Blut abgeben und davon empfangen, aber ihre Quantität behaupten, ja sogar wachsen, wenn die Lösung der Salze in der Flüssigkeit der Pleura concentrirter ist.

Wenn nun angesammelte Flüssigkeiten aufgesogen werden, so muss diess entweder in vielen Fällen auf eine durch Imbibition und Endosmose unerklärliche Weise, vermittelst der Lymphgefässe geschehen, oder man muss annehmen, dass die Anziehung des Venenblutes nach dem Herzen die Aufsaugung verstärkt. Vielleicht erleiden die Gesetze der Endosmose dadurch eine die Aufsaugung begünstigende Veränderung, dass die thierischen Theile eine Anziehung gegen die in ihnen circulirenden Flüssigkeiten ausüben, wodurch verhindert wird, dass diese gegen die aufzusaugenden Flüssigkeiten ausgetauscht werden, da doch sonst ein solcher Austausch erfolgen müsste. Wasser z. B. wird das Bestreben haben, sich in dem Blute der Capillargefässe zu vertheilen, aber das Blut, mit den Capillargefässen in lebendiger Wechselwirkung, hat wohl nicht das Bestreben, sich in dem aufzusaugenden Wasser zu vertheilen. Vielleicht haben die Blutkörperchen selbst, die, wie p. 111. gezeigt worden, eine so ausserordentliche Anziehung zum reinen Wasser haben, an der Aufsaugung desselben bei ihrem Durchgange durch die Capillargefässe einigen Antheil.

Ob das Blut in den Capillargefässen, oder diese selbst auch eine von den gewöhnlichen physikalischen Gesetzen abweichende organische Anziehung auf gewisse Stoffe äussern, ist eine ganz andere Frage. Diess ist zweifelhaft, nur von einem Orte ist es gewiss, nämlich von den Capillargefässen der Placenta. Da die Lymphgefässe der Placenta und des Nabelstranges durchaus zweifelhaft sind, so muss der Uebergang der ernährenden Flüssigkeiten von der Mutter in das Kind durch die Capillargefässe in der Placenta erfolgen. Eine eigentliche Communication zwischen den

Gefässen der Mutter und denen des Foetus findet nicht statt. Die Arterien des Uterus gehen in die Venen des Uterus, die Arterien des Kindes in der Placenta nur in die Venen des Kindes über. Weber hat über die Art dieser Gemeinschaft sehr interessante Aufschlüsse gegeben. *Anat.* 4. 496. Die feinsten Verzweigungen der Gefässe in der Placenta finden auf zottenförmigen Fortsätzen derselben statt. Auf diesen ganz geschlossenen verzweigten Zotten verbreiten sich die feinsten Arterien und gehen durch einfache Umbiegung in feine Venen über. Die Büschel dieser Zotten mit den capillaren Umbiegungen der Arterien in Venen sind nun in die sehr dünnhäutigen Venen der Mutter an der innern Fläche des Uterus eingesenkt, und werden von dem venösen Blute der Mutter umspült. Wahrscheinlich zieht das Blut des Foetus hier aufgelöste Stoffe aus dem Blute der Mutter an, während das Foetusblut durch die Capillargefässe der Zotten fliesst.

Hier findet ohne Zweifel zwischen Blut der Mutter und Blut des Kindes eine Art Endosmose statt, wodurch das Blut des Kindes durch die zarten Häute seiner Gefässe mehr aufnimmt als abgiebt, aber diese organische und lebendige Endosmose ist von den Gesetzen der chemischen Durchdringung bei den von Dutrochet beschriebenen Erscheinungen ganz verschieden. Bei den wiederkäuenden Thieren stecken die Zotten der Cotyledonen des Eies nicht in Venen des Uterus, sondern in scheidenförmigen Vertiefungen des Uterus, gleich wie Wurzeln. Allein diese Vertiefungen im Uterus sind mit den Capillargefässen des Uterus ausgekleidet, während die selbstständigen Capillargefässe des Kindes sich nur auf den Zotten der Cotyledonen verbreiten. Hier müssen die Capillargefässe der Mutter Stoffe ausscheiden, die von den Capillargefässen des Kindes angezogen werden.

Ob die Venen auf die durch Imbibition in die Capillargefässe eindringenden aufgelösten Stoffe auch eine Anziehung ausüben, vermöge der Bewegung des Herzens und des bei der Ausdehnung der entleerten Höhlungen entstehenden hohlen Raumes, den das Venenblut zunächst auszufüllen strebt, und der dadurch auf alle Venen bis in die Capillargefässe zurückwirkt, ist noch zweifelhaft. Jedenfalls muss aber die Bewegung des Blutes die Imbibition befördern, insofern mit der Entfernung des Durchgedrungenen die Ursache der Imbibition, nämlich das Vermögen der Stoffe, sich in Flüssigkeiten gleichförmig auszubreiten, unterhalten, die Sättigung also immer wieder aufgehoben wird.

Fodera hat die Beobachtung gemacht, dass der Galvanismus die Resorption beschleunigt. Es wurde blaus. Kali in die Pleura eingespritzt, schwefels. Eisen in den Unterleib. Gewöhnlich gehen 5—6 Minuten vorüber, ehe beide Substanzen sich verbinden; allein ihre Verbindung ist augenblicklich, wenn das Zwerchfell einem leichten galvanischen Strom unterworfen wird. Dasselbe Phänomen soll sich zeigen, wenn die eine Flüssigkeit in die Urinblase, die andere in den Unterleib, oder in die Lungen

und in die Pleurasäcke gebracht wird. *Journ. de physiol.* 3. *p.* 35. Die Nerven haben auf die unorganische Imbibition keinen Einfluss, wir haben keinen Unterschied in der Aufsaugung der Gifte nach Durchschneidung des Nervus vagus gefunden.

Die Stoffe, welche in das Blut der Darmvenen durch Imbibition gelangen, kommen nicht sogleich in die Hohlvene, sondern mit dem Darmvenenblut durchkreisen sie zunächst erst die Leber, und kommen dann erst in den ganzen Kreislauf. Magendie hat beobachtet, dass dieser Umweg durch die Leber die Wirksamkeit mancher Stoffe verändert. So bewirkt eine Gramme Galle oder viel atmosphärische Luft in die Ven. crur. eines Thieres eingespritzt, sogleich den Tod. Diess hat bei der Injection in die Pfortader gar keinen Nachtheil. Manche Stoffe erleiden schon im Darmkanal eine Veränderung, weil sie durch Wunden, nicht aber im Darmkanal aufgesogen werden. So soll Viperngift innerlich genommen nach Redi und Mangili (Meck. *Archiv* 3. 1817. *p.* 639.), Stevens (*on the blood. p.* 137.) keine giftigen Wirkungen äussern; und nach Coindet soll der Speichel der Hydrophobischen nicht durch den Darmkanal anstecken. Froriep's *Not.* 1823. *Septbr.* 170.

Magendie hat die Beobachtung gemacht, dass Ueberfüllung der Blutgefässe mit Flüssigkeit die Resorption schwächt. Nach Einspritzung von Wasser in die Venen eines Thieres fand die Absorption von fremdartigen Stoffen durch thierische Häute nicht statt, die sich nach einem Aderlasse wieder einstellte. Dagegen beschleunigte ein Aderlass die Absorption, so dass Phänomene, die sonst nur nach 2 Minuten, jetzt schon in $\frac{1}{2}$ Minute eintraten.

Am schnellsten geschieht die Aufsaugung in den Schleimhäuten, serösen Häuten und Wunden, viel langsamer in der mit Epidermis überkleideten Haut, und überhaupt scheint die äusserste Schichte der belebten Haut ein weit geringeres Absorptionsvermögen zu besitzen, vielleicht weil sie Hornstoff absondert. So bleiben zuweilen in Ritzen der Haut eingeriebene, aus Körnchen bestehende Farbestoffe oder Pulverkörner von einer Explosion, das ganze Leben hindurch unaufgelöst, und werden nicht absorbirt. Kranke, welche lange salpetersaures Silber nehmen, werden in der Haut zuletzt schieferfarben und schwärzlich, wahrscheinlich wegen einer chemischen Verbindung mit dem Thierstoff. Gleichwohl lässt sich die Resorption der mit Epidermis bedeckten Haut nicht bezweifeln, wenn die Stoffe aufgelöst oder von thierischen Säften leicht löslich sind. Da dieser Theil am häufigsten mit fremdartigen Stoffen in Berührung kommt, und auch der Application der Arzneien fähig ist, so ist die nähere Untersuchung hierüber von Wichtigkeit. Seiler und Ficinus fanden bei Pferden, deren Füsse mit Kalibleiauflösung benetzt erhalten wurden, dieses im Blute und im Chylus wieder. Westrumb (Meck. *Arch.* 1827.) hat eine vollständige Arbeit geliefert. Vergl. Sewall, Meck. *Arch.* 2. 146. Alle metallischen Präparate wirken, in die Haut eingerieben, in geringerem Grade als innerlich. Das Quecksilber heilt auf diese Art die Syphilis und bewirkt Speichelfluss; Tart.

stibiat. erregt Erbrechen nach Letsom und Brera; Arsenik vergiftet durch die Haut. Auch die vegetabilischen aufgelösten und auflösbaren Stoffe wirken. So erregt nach Haller weisse Niesswurz, auf den Unterleib gelegt, Erbrechen und heftiges Purgiren, wenn die Füsse mit Abkochung dieser oder der schwarzen Niesswurz gewaschen werden. Sabadillsamen erregte in Lentin's Beobachtung die heftigsten Krämpfe, und in den Bauch eingerieben Purgiren; Canthariden erregen Harnstrenge; Narkotica narkotisiren. Campher ist nach Magendie in der Lungenausdünstung erkennbar; Terpenthinöl am Veilchengeruch des Urins; Quecksilber im Blut, Speichel, Harn, Milch, nach Bloch, Autenrieth und Zeller, und Cantu, nach Fricke (Horn's *Archiv* 1826. 459.) auch in den Knochen; blausaures Kali, Rhabarber, Färberröthe geben sich im Blute, Harn etc. zu erkennen. Allein sehr viel stärker wirkt die Application aller Arzneien und Gifte auf die von der Oberhaut (durch Blasenpflaster) entblöste Haut (methodus endermica).

Ob die mit Oberhaut bedeckte Haut Wasser aufzunehmen fähig ist, ist lange ein Streit gewesen und schwer auszumitteln, weil die Haut durch Ausdünstung Wasser verliert. Sicher ist die Epidermis hygroskopisch und quillt im Wasser auf. Die mit Wiegen des Körpers und des Wassers bei Bädern angestellten Versuche von Falconer, Alexander und Andern halte ich für unzuverlässig. Seguin und Currie erhielten überdiess keine Gewichtszunahme. Seguin *Ann de chimie T.* 90. 185. *T.* 92. 33. Meck. *Archiv* 3. *p.* 585. Dann beweisen allerdings solche Versuche, wo im Wasser aufgelöste Färbestoffe oder blausaures Kali nach einem Bade sich im Urin erkennen liessen, wie Westrumb's und Stuart's Versuche zeigten, nicht für die Aufsaugung des Wassers selbst, da Salze durch eine von zwei Seiten mit Wasser in Berührung stehende thierische Membran durchdringen können, ohne dass sich das Niveau des Wassers verändert. Die Resorption von Gasarten durch thierische Theile theils durch das Athmen, theils in der Haut selbst ist durch die Versuche von Abernethy, Cruikshank, Autenrieth, Beddoes, Collard de Martigni ausser Zweifel gesetzt. Dass hierbei die aus der Umgebung aufgenommenen Gase sich mit den tropfbaren Flüssigkeiten binden und den Gaszustand verlassen, versteht sich von selbst. Mehrere haben Absorption des Stickgases durch die Haut beobachtet. Beddoes sah den Arm eines Negers in Chlorgas für einige Zeit bleich werden, Abernethy beobachtete, dass Sauerstoffgas, Stickgas, Kohlensäure und andere Gasarten, die er unter mit Quecksilber gesperrten Glocken auf seine Hände einwirken liess, bedeutend vermindert wurden.

In Hinsicht der Resorption innerer Theile bleibt es immer zweifelhaft, welchen Antheil daran die Aufnahme in die Blutgefässe oder in die Lymphgefässe hat. Doch giebt es viele Beispiele auffallender Resorption innerer Stoffe in Theilen, deren Lymphgefässe man nicht kennt, wie in den Knochen.

Von vielen anderen Erscheinungen ist es durchaus zweifelhaft, in welche Ordnung von Gefässen das aus inneren Theilen Aufge-

nommene zuerst gelangt, wo nämlich ausser Blutgefässen auch Lymphgefässe vorhanden sind. Hierher gehören z. B. die Wiederaufsaugung des in der Gelbsucht abgelagerten Farbestoffes der Galle und die Aufnahme angesammelter Secreta, Galle, Harn, in die Säftemasse, das Verschwinden der Thymusdrüse bis zum 12. Jahre, das allgemeine Schwinden des Fettes bei Hungernden, Schwindsüchtigen und nach Säfteverlusten, im Winterschlaf, das oft schnelle Schwinden der Warzen an den Fingern. Diese Erscheinungen sind nicht alle von gleicher Art. Von der Aufsaugung von Säften, welche ausser der Wechselwirkung mit den Capillargefässen sind, indem sie keine Theile der Organe selbst sind, muss man diejenigen Fälle unterscheiden, wo die Partikeln der organisirten Theile selbst zwischen den Capillargefässen schwinden. Bei diesem Process, wie er in dem schwindenden Schwanze der Froschlarven, der Membrana pupillaris, bei der Entstehung der Zellen in den Knochen stattfindet, scheint die Auflösung der Partikeln zwischen den Capillargefässen fast das Wesentlichste zu seyn, wobei denn das Aufgelöste mit den Blutströmchen nur in Wechselwirkung zu treten braucht, oder (ausser den Knochen) vielleicht in die Lymphgefässe aufgenommen wird. Unter den organisirten Theilen zeigen die Knochen die auffallendsten Phänomene dieser Art von Resorption. Ihre Zellen entstehen erst hernach bei dem Kinde und vergrössern sich durch Resorption. Die Diploe der Schädelknochen schwindet im Alter, und diese werden dünner. In der Jugend entstehen die Sinus frontales, sphenoidales. Selbst Theile, welche nicht organisirt sind, sondern nur mit organisirten Keimen in Verbindung stehen, wie die Wurzeln der Zähne, sind der Resorption unterworfen. Die Wurzeln der ersten Zähne schwinden zur Zeit des Zahnwechsels, und Soemmerring hat beobachtet, dass sie weich werden, wahrscheinlich durch Auflösung. *Vom Bau des menschlichen Körpers I.* §. 226. u. 233. Indess werden auch bei der Caries der Zähne von fehlerhafter Zusammensetzung der Elemente der Zähne diese durch die Mundflüssigkeit angegriffen und erweicht. Ob nekrotische Knochenstücke durch lange Berührung mit thierischen Theilen Substanz verlieren, ist noch unbekannt.

Wird die Ernährung durch Krankheiten des Blutes, durch Lähmung etc. vermindert, so ist die Resorption grösser als die Ernährung, und der Theil schwindet. Ob in der Phthisis Muskelfasern oder nur Zellgewebe schwindet, ist ungewiss, doch scheinen die zarten Mulkeln zu schwinden, wie der platysmamyoides und einige Muskeln des äussern Ohres. In der Lähmung schwinden aber häufiger die Muskeln, und namentlich hat Schroeder v. d. Kolk die Umwandlung in Fett bemerkt. Knorpel, Knochen, Gehirn und Nerven schwinden in der Lungenschwindsucht nach Desmoulins und Schroeder's Untersuchungen nicht. Bei allgemeinen Ursachen der Atrophie schwinden die Theile in folgender Reihe, Fett, Zellgewebe, Muskeln, Knochen, Knorpel, Sehnen. Bei anhaltendem Druck kann jedes Gewebe resorbirt werden, wenn seine Ernährung aufhört. Das Schwinden der Knochen von Druck bleibt indess immer noch räthselhaft, denn

wenn das Aufhören der Ernährung von Druck die alleinige Ursache wäre, so müssten auch die Gelenkköpfe an den unteren Extremitäten schwinden. Vielleicht wird durch eine um sich greifende Geschwulst, Aneurysma, Schwamm, Entzündung der Umgebung und auch der Knochen bewirkt, die Folge davon ist Auflockerung, und im aufgelockerten Zustande ist der Knochen leichter der Resorption fähig, sobald seine Ernährung durch Druck beeinträchtigt wird. Doch entsteht hierbei keine Caries. Vergl. Schroeder v. d. Kolk in Luchtmans *de absorptionis sanae et morbosae discrimine. Traj. ad R.* 1829.

Bekanntlich befördert die Jodine das Schwinden und die Resorption der organischen Theile.

b. Von der Ausschwitzung, exsudatio.

Viele Stoffe, welche in thierischen Flüssigkeiten aufgelöst sind, namentlich die fremdartigen, welche in den Kreislauf eingedrungen, sich im veränderten oder unveränderten Zustande mit dem Blute verbreiten, werden nach den Gesetzen der Imbibition und Endosmose ausgeschieden. Blausaures Kali, durch Endosmose in den Kreislauf aufgenommen, durchdringt nach denselben Gesetzen auch die thierischen Gewebe, welche an die Aussenwelt grenzen, und mischt sich den natürlichen Absonderungsflüssigkeiten bei, so dass es bald in den verschiedensten Absonderungsflüssigkeiten, im Harn z. B. nach Westrumb 2 — 10 Min. nach der Application spurenweise wieder erscheint. Die in dem Absonderungsorgane enthaltene Flüssigkeit (z. B. der in den Harnkanälchen enthaltene Harn) und das mit blaus. Kali imprägnirte Blut sind die beiden Flüssigkeiten, welche sich durch die thierischen Wände nach rein physikalischen Gesetzen in Gleichgewicht ihrer aufgelösten Theile setzen können. In der Gelbsucht werden auf diese Art fast sämmtliche innere Organe und auch Absonderungsflüssigkeiten, wie der Harn, von dem im Blutwasser aufgelösten Färbestoff der Galle durchdrungen.

Die verdunstbaren Theile des Blutes, natürliche oder fremdartige beigemischte, können von den freien Oberflächen der thierischen Membranen verdunsten, sofern sie nicht durch eigenthümliche Anziehung von dem thierischen Gewebe zurückgehalten werden. Wenn Druck den Durchgang durch die Poren der thierischen Wände begünstigt, so müssen nach physikalischen Gesetzen auch tropfbare Flüssigkeiten in freie mit Gas oder Dunst gefüllte Räume durchdringen. Diess geschieht nach dem Tode schon durch blosse Schwere, so dass Blutwasser und später aufgelöster Färbestoff die Gewebe durchdringen und sich in freien Räumen ansammeln können. Die Galle durchdringt dann die Gallenblase und färbt anliegende Theile gelb. Während des Lebens hält die Resorption diesem Durchdringen der Membranen durch eine organische Anziehung das Gleichgewicht; allein verschiedene Ursachen in Krankheiten heben dieses Gleichgewicht auf, und es sammelt sich dann Wasser mit aufgelöstem Thierstoff und Salzen in den Höhlen und im Zellgewebe, und verursacht die Erschei-

nungen der Wassersucht und des eiweissstoffhaltigen Urins. Nach Verschliessung grosser Venenstämme der Eingeweide und der Extremitäten entsteht Exsudation von eiweisshaltigem Wasser aus dem Blute in den anliegenden serösen Säcken oder im Zellgewebe, besonders der unteren Extremitäten, und man kann, wie Bouillaud gezeigt hat, eine Wassersucht des Zellgewebes künstlich erzeugen durch Unterbindung grosser Venenstämme. Die Wassersuchten nach Degeneration der Eingeweide entstehen vielleicht auch zum Theil von Verschliessung der Circulationswege dieser Eingeweide. Aus denselben Ursachen könnte man die Exsudation des aufgelösten Faserstoffes in den Entzündungen erklären, obgleich für die Qualität der ausschwitzenden Materie noch besondere Ursachen einwirken.

Hiernach scheinen die Exhalationen (Dunst) und Exsudationen (tropfbar Flüssiges) nach rein physikalischen Gesetzen der Imbibition, Endosmose und des Druckes auch im lebenden Körper zu erfolgen. Dem ist aber nicht so. Nach physikalischen Gesetzen könnte alles Aufgelöste durchdringen. Im lebenden Körper durchdringt aber nicht alles Aufgelöste unter dem Einflusse der Endosmose und des Druckes die thierischen Gewebe, sondern das Exhalirte und Exsudirte ist oft nur ein Theil der im Blute aufgelösten Stoffe. So exsudirt in der Entzündung unter der örtlichen Blutanhäufung aufgelöster Faserstoff durch die Häute, Faserstoff, der, wie ich bewiesen habe, im lebenden Blutwasser aufgelöst ist. Bei den Wassersuchten, wie sie z. B. durch verhinderten Rückfluss des Blutes bewirkt werden, exsudirt dagegen nicht der Faserstoff des Blutes, das Exsudat gerinnt meist nicht von selbst, sondern nur durch Reagentien werden Stoffe daraus niedergeschlagen, es enthält nur den aufgelösten Eiweissstoff des Blutes. Hieraus geht hervor, dass dem Durchdringen des aufgelösten Faserstoffes in den Wassersuchten noch durch eine Kraft das Gleichgewicht gehalten seyn muss, welche in der entzündlichen Exsudation gelähmt ist, und diess muss eine Anziehung des lebenden Gewebes zum aufgelösten Faserstoff seyn, während dasselbe Gewebe bei der Wassersucht eiweissstoffiges Wasser durchlässt. Im Anfange der Entzündung wird nur Blutwasser, wie in einer Wunde oder nach dem Legen eines Blasenpflasters, bei heftigerer Entzündung auch Faserstoff ausgeschieden. Dass ähnliche Verhältnisse bei der Exhalation z. B. der Haut stattfinden, ist wahrscheinlich, dagegen unwahrscheinlich, dass Alles von den thierischen Oberflächen exhalirt, was verdünstbar ist.

Manche Ausscheidungen sind gar nicht nach den Gesetzen der Endosmose zu erklären, z. B. die des Harnstoffes aus dem Blute durch die Nieren. Diess ist wirklich eine blosse Ausscheidung; denn der Harnstoff wird nicht in den Nieren erst gebildet, sondern Prevost und Dumas haben entdeckt, und Segalas bestätigt, dass nach der Exstirpation der Nieren der Harnstoff im Blute gefunden wird. Diese allerdings aufgelöste Materie wird daher im Blute nur so lange nicht gefunden, als sie nicht durch die Nieren daraus ausgeschieden wird. Wenn aber Harnstoff

schon im Blute aufgelöst ist, warum wird er allein durch die Nieren ausgeschieden und nicht durch alle anderen Absonderungsorgane? Die Gesetze der Endosmose reichen zur Erklärung dieser wahrhaften Ausscheidung nicht aus.

Auch andere Ausscheidungen geschehen aus Bestandtheilen des Blutes und erfolgen nur unter bestimmten örtlichen Bedingungen, wie der Menstrualfluss. Nach Lavagna, Toulmouche, Brande und meinen eigenen Beobachtungen enthält das Menstrualblut keinen Faserstoff. Es formt sich allerdings im Urin oft in Klumpen, aber diese Klumpen sind wie Brei und bestehen vorzüglich nur aus den rothen Körperchen. Dass das Menstrualblut nur eine concentrirte Auflösung von Farbestoff der Blutkörperchen sey, wie Brande behauptet, ist gewiss falsch; ich habe bei Untersuchung des Menstrualblutes wirkliche unveränderte Blutkörperchen darin gefunden. Diess setzt voraus, dass im Uterus der Menstruirenden eine solche Auflockerung der Capillargefässwände eintrete, dass sie zu dieser Zeit Kügelchen durchlassen. An Venenmündungen ist hierbei so wenig als an irgend einem Orte zu denken. Es giebt keine Venenmündungen.

Die langsame Ausscheidung von Blut, welche die Pathologie Diapedesis (per secretionem) nennt, kann auch keine einfache Ausscheidung seyn; sie setzt auch Auflockerung der Gefässwände voraus, und ist in vielen Fällen, wenn nicht in allen, gewiss in einer Zerreissung der kleinsten oder Capillargefässe begründet, wie bei dem Blutspeien und blutigen Auswurf in der Lungenentzündung. Dass aber der die Blutkörperchen färbende Stoff sich unter besonderen Umständen in Blutwasser der lebenden Thiere auflösen könne, und blutig gefärbtes Blutwasser durchschwitzen könne, hat Wedemeyer (*über den Kreislauf. Hannover* 1828. 463.) wahrscheinlich gemacht. Bei Pferden, welchen viel warmes Wasser in die Venen gegossen wurde, trat Exsudation von blutigem Wasser aus der Nase und in die Bauchhöhle ein. Bekanntlich hat der Färbestoff der Blutkörperchen die Eigenschaft sich im Wasser aufzulösen. So scheint sich auch Blutroth im Serum beim Scorbut, im Morbus maculosus, und nach dem Schlangenbiss (Autenrieth *Physiol.* 2. 154.) aufzulösen. Nach einem geistreichen Arzt soll die Diapedesis ein Durchdringen von bloss aufgelöstem Blutroth, nicht von Blutkörperchen seyn. Diess ist schwer zu beweisen und vor dem Beweis nicht annehmbar. Selbst das blutige Serum des Blutes im Scorbut enthält vielleicht nicht einmal Farbestoff aufgelöst, sondern zerstreute Kügelchen, was immer leicht geschehen kann, wenn das Blut nicht fest gerinnt.

Die Erscheinung von Kügelchen in den Secreta setzt eine Bildung derselben im Momente der Abscheidung voraus. Aus dem Blute aus den Capillargefässen können diese nicht durchgehen. Die Kügelchen des Eiters sind grösser als die Blutkörperchen, zum Theil noch einmal so gross (Weber), sie können nicht aus den Blutkörperchen ihre Entstehung nehmen, sie sind entweder abgestossene Theilchen der eiternden Oberfläche, oder bilden sich erst im Momente der Abscheidung, da der Eiter im

Momente der Bildung dünn und klar nach Brugmans und Autenrieth abgeschieden werden soll. Die Ausscheidung von Eiterkügelchen, die ins Blut gekommen, durch die Nieren erscheint daher als eine reine Unmöglichkeit, nur die näheren Bestandtheile des Eiters im aufgelösten Zustande können abgeschieden werden.

III. Abschnitt. Von der Lymphe und dem Lymphgefässsystem.

I. Capitel. Von der Lymphe.

Die Lymphe ist der Inhalt der lymphatischen Gefässe. Sie ist eine blassgelbe klare und, wenn sie nicht mit Blutkörperchen zufällig verunreinigt worden, in der Regel nicht röthliche Flüssigkeit. Beim Frosch ist sie ganz klar, nicht einmal gelblich; beim Menschen haben sie Wutzer, H. Nasse und ich gelblich klar beobachtet. Die Lymphe ist geruchlos, reagirt schwach alkalisch, und schmeckt salzig. Die Lymphe des Darmkanals, wenn sie aufgesogene Nahrungsstoffe enthält, ist weniger klar, sondern immer mehr oder weniger getrübt, bald gelbgrau, bald weisslich, von einer grossen Menge von runden Kügelchen. Die Lymphe des Darmes wird bei gefütterten Thieren Chylus genannt.

Lymphe und Chylus enthalten aufgelöstes Eiweiss und aufgelösten Faserstoff. Der letztere gerinnt in der Lymphe innerhalb 10 Minuten zu einer Gallerte. In Reuss und Emmert's Untersuchung (Scherer's *Journ.* 5. 691.) gaben 92 Gr. Lymphe des Pferdes 1 Gr. Coagulum im weichen Zustande, also noch nicht $\frac{1}{3}$ Proc. trocknen Faserstoff. Die übrige Flüssigkeit hinterliess abgedunstet $3\frac{3}{4}$ Proc. trocknen Rückstand, vorzüglich Eiweiss und Kochsalz. Reuss, Emmert und Lassaigne erhielten von der Lymphe der Pferde, wie ich und Nasse von der Lymphe des Menschen, und ich in allen Fällen von der Lymphe der Frösche, den Faserstoff ganz farblos. Nur Tiedemann und Gmelin geben den Faserstoff der Lymphe von Thieren blassröthlich an, was vielleicht von zufälliger Verunreinigung von etwas Blut herrührte. Lassaigne giebt die Zusammensetzung der Pferdelymphe folgendermassen an: Wasser 92,500, Faserstoff 0,330, Eiweiss 5,736, Chlornatrium, Chlorkalium, Natron, phosphorsaurer Kalk zusammen 1,434. Tiedemann und Gmelin fanden in der Lymphe auch

Speichelstoff, Osmazom, kohlen-, schwefel-, salz- und essigsaures Natron und Kali nebst phosphorsaurem Kalk.

Von der Lymphe unterscheidet sich der Chylus dadurch, dass der Chylus freies Fett enthält, dass die Menge der festen Theile in ihm grösser ist (100 Chylus aus den Lymphgefässen des Mesenteriums vom Pferde gaben Tiedemann und Gmelin 0,37 trocknen Faserstoff, die Lymphe des Beckens nur 0,13), und dass der Chylus viel mehr Kügelchen enthält und trüber ist. Die Kügelchen der Lymphe sind sparsam und sind bisher übersehen, Dr. H. Nasse und ich haben sie in der Lymphe des Menschen, und ich sehr häufig in der Lymphe der Frösche gesehen.

Die Lymphe des Menschen scheint zuerst von uns untersucht zu seyn. Denn Soemmerring's Lymphe aus Varices von Lymphgefässen, die nicht gerann, konnte keine Lymphe seyn.

Im Winter 1831—1832 bot sich in Bonn diese ausserordentliche Gelegenheit dar, Lymphe des Menschen zu untersuchen. Im chirurgischen Clinico des Hrn. Professor Wutzer befand sich ein junger Mensch, dem, in Folge einer vor längerer Zeit erlittenen Verletzung am Fussrücken, beständig Lymphe aus der, allen Versuchen zur Heilung trotzenden, kleinen Wunde ausfloss. Wenn man über den Rücken der grossen Zehe in der Richtung gegen die Wunde hinstrich, floss jedesmal eine Quantität ganz klarer Flüssigkeit, zuweilen spritzend, hervor. Diess war Lymphe. Sie setzte nach ungefähr 10 Minuten ein spinngewebeartiges Coagulum von Faserstoff ab. Hier konnte man nun Lymphe in Menge sammeln. Was mich am meisten zu wissen interessirte, war: ob die Lymphe Kügelchen enthalte, welche alle neueren Beobachter, Reuss und Emmert, Soemmerring, Tiedemann und Gmelin, Brande, Lassaigne, nicht beobachtet haben; wogegen Hewson in der freilich zweideutigen Lymphe von der Thümusdrüse des Kalbes unzählige weisse Körnchen von der Grösse der Kerne der Blutkörperchen, und in der röthlichen Lymphe der Milz rothe Körperchen gesehen haben wollte. Bei der mikroskopischen Untersuchung jener Lymphe des Menschen sah ich, dass die Lymphe, obgleich sie klar und durchsichtig war, doch eine Menge farbloser Kügelchen enthielt, die kleiner schienen, als die Blutkörperchen des Menschen, und sehr viel sparsamer darin enthalten waren, als die Blutkörperchen im Blute. Diese Kügelchen verbinden sich beim Gerinnen zum kleinern Theil mit dem Coagulum. Der grösste Theil bleibt im Lymphserum suspendirt. Das Coagulum besteht, wenn es sich zusammengezogen hat, aus einem weissen fadenartigen Gewebe. Das Merkwürdigste ist nun aber, dass das Gerinnsel nicht durch Aggregation der Kügelchen entsteht, sondern man sieht, dass eine vorher aufgelöste Materie gerinnt und die zerstreuten Kügelchen zum Theil in sich aufnimmt. Untersuchte man das Gerinnsel von einer sehr kleinen Quantität Lymphe, die man in einem Uhrglase hatte gerinnen lassen, so erkannte man die Lymphkügelchen bei starker Vergrösserung eben so zerstreut in dem Coagulum, wie sie vorher in der Lymphe selbst erschienen. Die Materie, welche die Lymphkügelchen verbindet, lässt sich besonders an dem zarten Rande

des Coagulum beobachten; sie ist ganz gleichartig, schwach durchleuchtend, und besteht nicht deutlich aus Kügelchen, die, wenn sie darin enthalten sind, sehr viel kleiner seyn müssen, als die Kügelchen der Lymphe. Vergl. H. Nasse, Tiedemann's *Zeitschrift V.* Diese neuen Beobachtungen beweisen, dass, obgleich die Lymphe Kügelchen suspendirt enthält, doch der Faserstoff in ihr aufgelöst ist. Beim Menschen wird sich die Gelegenheit sehr selten darbieten, jene Beobachtungen zu wiederholen. Dagegen werde ich jetzt angeben, wie man sich zu jeder Zeit, wo man Frösche haben kann, die Lymphe dieses Thieres sehr leicht und rein verschaffen kann. Es ist bekannt, dass die Haut der Frösche überaus locker mit den Muskelschichten verbunden ist. Dass zwischen beiden ansehnliche Lymphräume enthalten seyn müssen, erkennt man schon an der Natur der zwischen Haut und Muskeln enthaltenen Flüssigkeit. Wenn man bei grossen Fröschen die Haut am Oberschenkel anschneidet, und, indem man die Zerschneidung grösserer Blutgefässe vermeidet, die Haut eine Strecke weit von den Muskeln ablöst, so fliesst öfter (nicht immer) eine klare, farblose, salzig schmeckende Flüssigkeit aus, und zwar oft sehr reichlich, wenn der Frosch sehr gross und frisch war. Diese Flüssigkeit ist Lymphe. Der Beweis davon liegt in dem Umstande, dass diese Flüssigkeit innerhalb mehrerer Minuten ein ansehnliches, anfangs wasserhelles Coagulum absetzt, das sich allmählig zu einem fadenartigen weisslichen Gewebe verdichtet. Wenn man von einer Anzahl grosser Frösche die Lymphe sammelt, so erhält man genug, um eine nähere Untersuchung anzustellen. Das Faserstoffgerinnsel einer gewogenen Quantität Lymphe wurde getrocknet und mit einer sehr empfindlichen Waage gewogen; so erhielt ich aus 81 Th. Froschlymphe einen Theil trocknen Faserstoff; ein Verhältniss, welches wegen der Menge des Faserstoffes sehr merkwürdig scheint, wenn sich auf einen einzigen Versuch bei so kleiner Quantität ein bestimmter Werth legen liesse. Bewahrt man Frösche lange auf, so gerinnt die gewonnene Lymphe nicht mehr, so wie auch ihr Blut entweder sehr wenig, oder gar kein Gerinnsel absetzt. Die Froschlymphe enthält im frischen Zustande Kügelchen, jedoch ausserordentlich sparsam darin zerstreut. Sie sind ungefähr vier Mal kleiner als die elliptischen Blutkörperchen des Frosches. Sie sind rund und nicht platt. Da man beim Einschneiden der Haut des Frosches jedesmal auch einige Blutgefässe zerschneidet, so ist es unvermeidlich, dass sich bei mikroskopischer Untersuchung in der Lymphe einige elliptische Blutkörperchen zeigen. Diese Beimengung ist aber ganz unbedeutend, und die Lymphe bleibt wasserhell. Durch diese Beobachtung hat man den grossen Vortheil, sich schnell und zu jeder Zeit Lymphe verschaffen zu können; und man kann so die Haupteigenschaften derselben, da sie mit der menschlichen sehr übereinkömmt, in den Vorlesungen zeigen. Dagegen man bisher keinem Arzte einen Vorwurf machen konnte, wenn er in seinem ganzen Leben keine Lymphe gesehen hatte, die doch sonst in den pathologischen Werken und von den Aerzten so viel besprochen wird, so dass sie wegen Unkenntniss der

wahren Natur der Lymphe vielerlei der verschiedensten Dinge mit diesem Namen belegen. Nicht allein faserstoffhaltige und eiweisshaltige Exsudate, sondern auch Wundflüssigkeiten und eiterförmige Stoffe, besonders aber alle Materien, welche sie nicht genau kennen, werden von ihnen Lymphe genannt.

Diese Versuche vom Frosche liefern die Bestätigung jener Beobachtung von der menschlichen Lymphe. Es ist sehr instructiv, unter dem Mikroskope die Entstehung des Gerinnsels in einem Tropfen Froschlymphe zu untersuchen, wo man sich auf das Bestimmteste überzeugen kann, dass die hier in ganz grossen Zwischenräumen zerstreuten Kügelchen gar keinen Antheil an der Gerinnnng des vorher aufgelösten Faserstoffes haben. Der Eiweissstoff der Lymphe lässt sich auf die gewöhnliche Weise aus der Lymphe niederschlagen. Merkwürdig ist aber, dass nicht allein die Froschlymphe von viel zugesetztem liquor Kali caustici trüb wird, und dass der Chylus der Säugethiere von zugesetztem liquor Kali caustici sogleich das Eiweiss absetzt, sondern dass nach meiner Beobachtung das Eiweiss auch aus kleinen Quantitäten Blutwasser von viel zugesetztem liquor Kali caustici niedergeschlagen wird. Die Kaliauflösung muss aber ganz concentrirt seyn.

Die Lymphe scheint unter gewöhnlichen Umständen in den meisten Theilen farblos zu seyn, zuweilen hat man sie röthlich gesehen; Magendie, Tiedemann und Gmelin sahen sie so bei fastenden Thieren, aber diese Färbung ist in den Lymphgefässen der Milz nicht selten. Hewson, Fohmann, Tiedemann und Gmelin haben diess bemerkt. Seiler hat es nur ausnahmsweise gefunden. Rudolphi hält es für zufällig. Ich habe indess im Schlachthause an der Milz des Ochsen wiederholt unter den vielen und ansehnlichen Lymphgefässen der Oberfläche der Milz jedesmal einige bemerkt, deren Lymphe schmutzig röthlich war. Ich halte diese ganz leichte durchscheinende Färbung nicht wie Hewson für Färbung von rothen Körperchen des Blutes. Ich glaube vielmehr, dass die Lymphe in dem blutreichen Gewebe der Milz vom Farbestoffe des Blutes etwas aufgelöst hat.

Der Chylus der Thiere ist fast immer trüber als ihre Lymphe, und diese Trübheit scheint von den Kügelchen des Chylus herzurühren. Bei den Säugethieren ist der Chylus meist weisslich, besonders nach fettiger und Fleischnahrung. Bei Vögeln ist der Chylus nicht weiss, sondern mehr durchscheinend. Im Ductus thoracicus der Pferde, seltener bei anderen Thieren, ist der Chylus röthlich, und sein Coagulum wird dann in der Luft noch röther.

Was die Vergleichung der Blutkörperchen und Chyluskörnchen betrifft, so sind die Chyluskügelchen der Säugethiere, die ich vom Kaninchen, von der Katze, vom Hunde, vom Kalbe und von der Ziege mikroskopisch untersucht habe, nicht platt, wie die Blutkörperchen, sondern rund. Prevost und Dumas fanden die Chyluskügelchen $\frac{1}{7999}$ Par. Zoll, was mehr als halb so viel beträgt, als die Blutkörperchen des Menschen. (Siehe E. H. Weber in Hildebrandt's *Anatomie I.* S. 160.) Ich habe die Chylus-

kügelchen jedesmal auf derselben Glasplatte mit den Blutkörperchen desselben Thieres untersucht, und fand ihre Grösse bald gleich der der Blutkörperchen, wie bei der Katze, bald, und zwar meistens, etwas kleiner, wie beim Kalbe, bei der Ziege, beim Hunde; bei welchem letztern ich sie von sehr verschiedener Grösse, die meisten sehr klein, und alle kleiner als die Blutkörperchen fand. Beim Kaninchen fand ich sogar die Chyluskügelchen zum Theil grösser als die Blutkörperchen, die meisten waren sehr klein, $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ so gross als die Blutkörperchen; viele waren nicht kleiner als die Blutkörperchen, und einige waren offenbar grösser, wenigstens noch einmal so gross; fein zertheilte Fetttheilchen waren diess nicht, wie ich solche allerdings von ansehnlicher Grösse ganz deutlich in dem Chylus eines mit Butter gefütterten Hundes von den anderen Kügelchen verschieden erkannte. Damit stimmen R. Wagner's Beobachtungen überein. Hecker's *Ann.* 1834. Mueller's *Archiv* 1835. 107. Auch Wagner ist in Hinsicht der Identität der Lymph- und Chyluskörperchen mit den Kernen der Blutkörperchen sehr zweifelhaft. Tiedemann und Gmelin scheinen den Chylus für eine vollkommene Auflösung der Thierstoffe zu halten, in welcher keine anderen Kügelchen als Fettkügelchen schweben. In der That haben sie gesehen, dass beim Schütteln des milchigen Serums vom Chylus mit weingeistfreiem Aether allmählige Klärung des Serums eintrat. Die Gewissheit über den Ursprung der Kügelchen im Chylus ist von ausserordentlicher Wichtigkeit; denn wenn z. B. Chylus ganz aufgelöster Thierstoff wäre, und bei der Resorption keine Kügelchen in die Lymphgefässe eindrängen, als etwa bloss flüssige Fetttheilchen, so wäre es denkbar, dass die Oeffnungen, die man bisher vergebens an den Zotten des Darmkanals gesucht hat, wirklich fehlen könnten, und dass die Anfänge der Lymphgefässnetze keine grösseren Poren hätten, wie alle weiche Thiersubstanz, welche für Aufgelöstes permeabel ist. Es ist mir aber wahrscheinlich, dass aus dem Darmkanal auch wirklich Kügelchen in den Chylus übergehen, und dass es nicht bloss fein zertheilte Fetttröpfchen sind. Als ich milchiges Serum vom Chylus der Katze in einem Uhrglase mit weingeistfreiem Aether versetzte, schien sich zwar anfangs allmählig das Serum etwas aufzuklären; aber es blieb doch, selbst nach langer Fortsetzung des Versuches unter immer neuem Zugiessen von Aether, unten ein trübes Wesen zurück, und als ich dieses unter dem Mikroskope untersuchte, bemerkte ich darin die ganz unveränderten Chyluskügelchen. Ich gebe gerne zu, was Tiedemann und Gmelin so allgemein beobachtet haben, dass der Chylus bei fettiger Nahrung trüber wird; allein ich kann nicht annehmen, dass alle Kügelchen des Chylus Fetttheilchen seyen. Wenn aber auch der Aether das Chylusserum wirklich ganz klar machte, so würde daraus doch noch nicht folgen, dass die Kügelchen blosse Fetttheilchen seyen. Denn die Lymphe ist ganz klar, und enthält doch zerstreute Kügelchen.

Die sparsamen Kügelchen der Lymphe müssen bei der Resorption von den Partikeln der Organe abgestossen werden, oder

sich in der Lymphe bilden. Dass die Kügelchen des Chylus erst in den Lymphgefässen entstehen, dafür sind keine Beweise vorhanden. Diese Bildung der Kügelchen müsste, schon in den Lymphgefässnetzen der Darmhäute stattfinden; denn beim Kalbe, wo man an der Oberfläche des Darmes sehr gut die mit Chylus gefüllten Lymphgefässe sehen kann, habe ich in dem Chylus dieser Gefässe schon die gewöhnlichen Kügelchen bemerkt. Nach einer Hypothese von Doellinger würden sich die Kügelchen im Chylus auch ohne Durchdringen der Lymphgefässwände und ohne Poren erklären lassen. (Froriep's *Notizen, Bd.* 1. n. 2.) Doellinger nimmt an, dass die Zotten äusserlich durch Aggregation und Apposition von Bildungstheilchen aus dem Chylus des Darmkanales wachsen, wie die Keimscheibe des Embryo vor dem Entstehen der Blutgefässe aus der Dottersubstanz durch Apposition wächst. Während nun die Darmzotten äusserlich Stoff ansetzen, soll sich ihr Inneres in Chylus auflösen; allein Beobachtungen machen diese Hypothese unwahrscheinlich. Der Chylus ist bei Säugethieren immer mehr oder weniger trüb nach der Fütterung, und unterscheidet sich hierdurch constant von der Lymphe oder dem Resorptionsproducte anderer Theile, er variirt offenbar nach der Natur der Nahrungsmittel. Jedermann weiss, wie schnell Flüssigkeiten im Darmkanale aufgesogen werden, die doch schwerlich bloss unmittelbar in die Capillargefässe und so ins Blut gelangen und dass Farbestoffe, wenn gleich selten, doch einigemal in den Lymphgefässen beobachtet worden sind. Schlemm hat eine Beobachtung an jungen Kätzchen, die noch an der Mutter trinken, gemacht, wodurch es einigermaassen wahrscheinlich wird, dass bei ihnen wirklich Milch ins Blut gelangt. Eine Beobachtung die Rudolphi und ich verificirt haben, und welche auch Mayer bestätigt hat. (Siehe Froriep's *Not. N.* 536. 565.) Diese Kätzchen haben zuweilen, nicht immer, eine gewisse Zeit nach dem Trinken ein gelbrothes Blut, welches beim Gerinnen sich in ein rothes Coagulum und milchweisses Serum scheidet. Rudolphi und Mayer behaupten es auch von ganz jungen Hunden. Bei jungen Thieren scheinen also wirklich die Kügelchen der Milch, welche eben die Milch weiss machen, in die Lymphgefässe des Darmkanales zu gelangen, gleichwohl gerinnt ein Theil der Milch im Magen jener Thiere, wie Mayer bemerkt. Kastner (*das weisse Blut. Erlangen* 1832.) wollte die Wiederholung von Schlemm's Beobachtung nicht gelingen. Eine ausführliche Untersuchung des Chylus wird übrigens bei der Verdauung im 2. Buch 4. Abschn. gegeben.

II. Capitel. Von dem Ursprunge und Bau der Lymphgefässe.

a. Verhalten der feinsten Lymphgefässe.

Die wichtigen älteren Untersuchungen über den Bau der Lymphgefässe sind in der von Ludwig herausgegebenen Sammlung der Schriften von Mascagni, Cruikshank und Anderen zu-

sammengestellt. In der neuern Zeit hat dieser Gegenstand wichtige Aufschlüsse erhalten, besonders durch die ausgezeichneten Arbeiten von Fohmann (*das Saugadersyst. der Wirbelthiere. I. H. Heidelb.* 1827. *fol.*), von Lauth (*essai sur les vaisseaux lymphatiques. Strasb.* 1824. *Ann. des sc. nat. T.* 3.) und von Panizza (*osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche. Pavia* 1830. *fol.*, und *Sopra il sistema linfatico dei rettile ricerche zootomiche. Pavia* 1833.)

Die Anfänge der Lymphgefässe zeigen sich in Quecksilberinjectionen in einer zweifachen Form.

1) Als Netze mit bald länglichen, bald mehr gleichförmigen Maschen. Die Maschen sind häufig kleiner als der Durchmesser der feinsten Lymphgefässe selbst, und letztere erscheinen daher als ein sehr eng zusammengezogenes Netzwerk von unregelmässiger Bildung, so dass die ungleichen Theile des engen Netzwerkes dem Unaufmerksamen wie Aggregate von Zellen erscheinen können, während sie doch nur Ungleichheiten und kleine Erweiterungen des Netzwerkes bei sehr engen Maschen sind. In anderen Theilen, wo das Netzwerk viel weitere Maschen hat, ist die netzförmige Bildung sogleich in die Augen fallend. Die Stärke des Durchmessers dieser Gefässe in den Netzen ist sehr verschieden, niemals aber sind sie so fein als die Capillargefässe, und ich kenne keine Lymphgefässe, welche nicht mit blossen Augen sichtbar wären. Am feinsten müssten sie wohl in den Kiemen seyn, nach Fohmann's schöner Entdeckung und nach dessen Abbildungen. Dass es noch feinere Lymphgefässe giebt, ist sehr unwahrscheinlich, weil eben die Lymphgefässnetze, wie wir sie jetzt kennen, nur sehr kleine Zwischenräume zwischen sich lassen.

2) In anderen Fällen sieht man die Anfänge derselben nicht als Netze, sondern als mit einander zusammenhängende kleine, mehr oder weniger regelmässige Zellen. So waren die Lymphgefässinjectionen des Nabelstranges, die zweifelhaften Lymphgefässe der Cornea, die ich gesehen. So fiel die Injection auch am Darmkanale aus, wenn ich beim Kalbe eines der mit Chylus gefüllten, am Darme hervorkommenden Lymphgefässe gegen den Darm hin, um den Widerstand der Klappen zu überwinden, durch eine Stahlspritze mit Quecksilber füllte, was mir in einem Falle bei gewaltsamer Injection ziemlich gut gelang. Die grosse Menge der kleinen Zellen, die sich dann füllen, führt auf den Gedanken, dass das Zellgewebe selbst der Anfang der Lymphgefässe sey. Fohmann ist sogar der Meinung, dass Alles, was wir für Zellgewebe ansehen, Lymphgefässe sind. Tiedemann *Zeitschrift f. Physiol.* 4. 2. Diess scheint mir noch sehr problematisch. Die Zellen werden dann besonders als Anfänge der Lymphgefässe zweifelhaft, wenn sie sich gerade vorzugsweise bei solchen Theilen vorfinden, in denen man sonst keine längeren regelmässigen Lymphgefässe antrifft, wie an dem Nabelstrange und der Cornea. Vergleichung glücklicher und weniger gelungener Injectionen und eigene Versuche machen mich glauben, dass viele der sogenannten zellenförmigen Lymphgefässanfänge gar keine wahren Lymphgefässe sind, und dass die Lymphgefässanfänge in der Regel

auch im dichtesten Zustande gedrängte, oft regelmässige Netze bilden. So gross meine Bewunderung der herrlichen Lymphgefässinjectionen des trefflichen FOHMANN ist, die ich wiederholt im Museum zu Heidelberg gesehen, so sehr ich anerkenne, dass diese Arbeiten Alles übertreffen, was ich in dieser Art von Lymphgefässen gesehen habe, so weiss ich jedoch sehr gut einen Unterschied zwischen den vielen gelungenen Injectionen und einigen weniger guten zu machen, und hege den bescheidenen Zweifel, dass nicht Alles Lymphgefässe sind, was man bei Injectionen erhält. So kann ich die von mir gesehenen Quecksilberanfüllungen unter der Conjunctiva corneae oder zwischen den Lamellen der Cornea nicht für Lymphgefässe halten. In Hinsicht der von FOHMANN (*Zeitschrift für Physiol.* 4. 2.) beschriebenen Lymphgefässe des Nabelstranges bin ich ganz ungewiss. Ich injicirte nach FOHMANN's Vorschrift den Nabelstrang, es gelang mir die Quecksilberinjection (mit einem Stahlspritzchen) selbst am Nabelstrange eines 6monatlichen Foetus stellenweise, so dass ich die Injection aufbewahren konnte. Ich erhielt lauter kleine mit Quecksilber gefüllte Zellchen von $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{10}$ Millim. Diese Zellchen sind gewiss nicht künstlich gebildet, die meisten sind fast gleich gross, und aus einem Zellchen rückt das Quecksilber in das andere ohne alle Extravasation. Der grösste Theil des Gewebes des Nabelstranges um die Blutgefässe besteht aus ihnen. Nur an der Insertio umbilicalis des Nabelstranges füllten sich mehrere ganz kurze parallele Kanälchen. Ich weiss nicht, ob jene Zellen Lymphzellen sind, und bezweifle, dass sie der Resorption dienen.

Die Lymphgefässe des Darmkanales entspringen im Dünndarm, zum Theil in den Darmzotten, aber auch in der ganzen Schleimhaut des Darmkanales. Bei Injection der Lymphgefässnetze der Schleimhaut des Darmes dringt kein Quecksilber hervor. Auch die Darmzotten haben keine offenen Enden, welche LIEBERKUEHN, CRUIKSHANK, HEDWIG und BLEULAND fälschlich angenommen. Siehe RUDOLPHI, *anatomisch-physiol. Abhandlungen* ALB. MECKEL in MECK. *Archiv* T. 5.

Eine wichtige Bemerkung wäre es, wenn der leichte Uebergang von Milch, der nach meinen Versuchen in die Lymphgefässe eines mit dem Gekröse ausgeschnittenen frischen, mit Milch injicirten Darmstückes erfolgt, ohne Zerreissung des innersten Darmhäutchens vor sich ginge. Wenn man ein ausgeschnittenes Stück Darm des *Schaafes* an einem Ende zubindet und mit einer Spritze dieses Darmstück strotzend mit Milch füllt, so erhält man sogleich die Lymphgefässe des Darmes ausgedehnt von Milch, die sehr schnell in ihnen fortrückt. Wenn man die Milch in den Lymphgefässen nach der Richtung der Klappen fortstreicht, so bemerkt man sogleich, wie die vom Darme kommenden Lymphgefässe sich wieder füllen, besonders wenn man den Darm comprimirt. Am schnellsten folgt die Anfüllung der Lymphgefässe mit Milch, wenn man das strotzende Darmstück durch Zusammendrücken in der Längenrichtung zu verkürzen sucht, weniger, wenn man es von der Seite comprimirt. Nimmt man statt Milch

eine feine Injectionsmasse von Zinnober, so füllen sich die Lymphgefässe sehr schwer, und mit Quecksilber gar nicht. Mit einem vollkommen aufgelösten Farbestoff, wie z. B. mit löslichem Indigo, kann man indess auf diese Art sehr leicht Injectionen der Lymphgefässe des Gekröses machen. Dieser von mir beobachtete schnelle Uebergang scheint aber jedesmal mit Zerreissung des innersten Darmhäutchens an einer Stelle zu erfolgen, denn die Anfüllung der Lymphgefässe erfolgt plötzlich, und bei Untersuchung der innersten Darmhaut findet man diese oft hier und da verletzt. Dem zufolge lege ich auch auf diesen leichten Uebergang, den ich nur beim Schaafe, aber bei keinem andern Thiere beobachtete, in der gegenwärtigen Frage keinen Werth. Es bleibt indess immer zweifelhaft, ob die Chyluskügelchen schon gebildet in die Lymphgefässe des Darmes eindringen, vorzüglich spricht dafür die verschieden trübe Beschaffenheit des Chylus nach Maassgabe verschiedener Nahrung. Nun fragt sich, wo sind Oeffnungen für diesen Durchgang, die jedenfalls grösser seyn müssten, als die in anderen weichen, thierischen Theilen vorauszusetzenden Poren, vermöge welcher sie für Wasser und für Aufgelöstes permeabel sind; denn die Capillargefässe sind zwar permeabel für Flüssiges und Aufgelöstes, aber nicht für die Blutkörperchen. Alle guten Beobachter stimmen darin überein, dass an den Darmzotten keine Spuren von Oeffnungen zu bemerken sind; und ich selbst habe bei wiederholten Untersuchungen der Darmzotten von Kaninchen, Kalb, Ochsen, Schwein und von der Katze nie eine Oeffnung an dem Ende der Darmzotten bemerkt. An dieser Stelle sind die Oeffnungen der Darmzotten jedenfalls fabelhaft.

Folgendes ist das Resultat meiner mikroskopischen Untersuchung über den Bau der Darmzotten. Die Zotten sind bald walzenförmige, bald blättchenförmige, oft pyramidale, kurze Fortsätze der innersten Haut des Darmes von $\frac{1}{4}$ bis 1, höchstens $1\frac{1}{2}$ Linien Länge, welche ihr, im Wasser vergrössert, das Ansehen eines dichten Pelzwerkes geben. In dieser Art kommen sie in der Regel nur beim Menschen, den meisten Säugethieren und vielen Vögeln vor. Bei einigen Fischen bemerkt man etwas Aehnliches, und bei einer Schlange, Python bivitatus, hat Retzius zottenartige Fortsätze der innersten Darmhaut beschrieben, welche man schwerlich für etwas Anderes halten kann, obgleich Rudolphi den Fischen und Amphibien wahre Zotten abspricht. Alb. Meckel hat Unrecht, wenn er alle Zotten auf ein an der Basis breites, an der Spitze verschmälertes Blatt reduciren will. Sie sind allerdings bei den meisten Säugethieren platt, wie beim Kaninchen, Hund, Schwein; allein beim Kalbe, Ochsen, Schaaf sind viele Zotten walzenförmig; zuweilen findet man in einem Theile des Darmes mehr platte, in einem andern Theile desselben mehr walzenförmige Zotten, wie beim Ochsen und Schaafe, zuweilen stehen platte und walzenförmige vermischt, wie ebenfalls beim Ochsen und Schaafe, und bei denselben Thieren, besonders beim Schaafe bemerkt man oft an manchen Stellen platte, breite Zotten mit walzenförmigen Endzipfeln. Indem die Zotten

an der Basis breiter werden und in Fältchen zusammenhängen, gehen sie in die Fältchen über, welche bei vielen Vögeln und bei den Amphibien die Zotten ersetzen. Diesen Uebergang beobachtet man sogar an einem und demselben Thiere. Im obern Theile des Dünndarmes des Kaninchens sind die pyramidalen Zotten an der Basis in Fältchen vereinigt, im mittlern Theile sind sie mehr abgesondert. Das Ende der Zotten ist bald rund, bald etwas zugespitzt, bald wie abgeschnitten, letzteres beim Hunde. Rudolphi glaubte früher, dass die Zotten ohne Blutgefässe seyen, und A. Meckel hielt die in sie bei Injectionen eindringende Masse für imbibirt und extravasirt. A. Meckel, der sonst die besten Abbildungen der Zotten gegeben hat, konnte bei dieser Behauptung unmöglich gute Injectionen von Darmzotten vor sich gehabt haben. Ihre Gefässe lassen sich nicht allein sehr schön injiciren, sondern ich habe einmal beim Kalbe, und später wieder beim Hunde, die ich unmittelbar nach dem Tode, ohne auszuwaschen, untersuchte, selbst noch Blut in den zarten Gefässen der Darmzotten mit und ohne Loupe gesehen. Doellinger, Seiler und Lauth haben diese Gefässe nach Injectionen beschrieben und abgebildet.

Die Zotten zeigen niemals am Ende eine Oeffnung, und die von Bleuland u. A. angenommenen Mäuler am Ende derselben gehören seit Rudolphi's Widerlegung unter die Fabeln. Ihr Ende zeigt dasselbe zarte Gewebe, wie ihre ganze Oberfläche. Rudolphi hat unsere bisherigen Kenntnisse vom Bau dieser Theile mit folgenden Worten zusammengefasst: „Niemals haben sie eine sichtbare Oeffnung, in ihrem Innern sind Netze von Blutgefässen, die sich aber selten anders, als durch Einspritzen darstellen lassen, so wie auch in ihnen die Netze der Saugadern anfangen.“ Ein wichtiger Umstand scheint mir, dass die Darmzotten zum Theil im Innern hohl sind, und aus einem überaus zarten Häutchen bestehen, in welchem die Blutgefässe verlaufen. Diese einfache Höhlung fand ich vorzüglich dann, wenn die Zotten walzenförmig sind. Ich ward zuerst sehr überrascht bei einem ganz frisch untersuchten Darme vom Kalbe, dessen Lymphgefässe weissen Chylus enthielten, zu sehen, dass die Zotten im Innern mit derselben weissen, undurchsichtigen Materie von oben bis unten gefüllt waren. Später untersuchte ich den Dünndarm eines Kalbes, und fand die Zotten nicht mit weisser Materie angefüllt, sondern leer und deutlich hohl, wie Rudolphi selbst einmal beim Ferkel beobachtet hat. Hier, wie ferner an den Zotten des Ochsen, konnte ich unter dem Mikroskope diese zarten Theile mit der Nadel aufritzen; auch beim Kaninchen glaubte ich die blattförmigen, etwas breiten Zotten hohl zu sehen. A. Meckel hat einmal einen Anschein von Hohlheit gesehen und abgebildet; aber für Umbiegung der Blättchen erklärt, woran bei meinen Beobachtungen nicht zu denken ist. Die Dicke des Häutchens, woraus die Zotten beim Kalbe bestehen, habe ich durch Vergleichung zu 0,00174 P. Zoll ausgemittelt. In dieser Dicke verlaufen also die blutführenden Capillargefässe der Darmzotten, die man auf 0,00025 bis 0,00050 P. Zoll schätzen kann. So leicht ich

mich beim Kalbe, Ochsen, Schaafe und Kaninchen von der Hohlheit der Zotten überzeugen konnte, und zwar an denjenigen Zotten, welche weniger platt und breit, sondern schmal oder gar walzenförmig waren, so wenig konnte ich es an den Zotten der Katze, des Schweines und des Hundes; die des Hundes scheinen nur in ihrem obern Theile hohl zu seyn; auch die Fältchen im Darmkanale der Fische, wie des Aales, des Karpfens und der Clupea alosa, sind durchaus nicht hohl, sondern fest an einander liegende Duplicaturen. Auch die im Darmkanale des Schaafes an gewissen Stellen vorkommenden platten, breiten Zotten bestanden offenbar nicht aus einer einfachen Höhlung, eben so wenig, wie solche ganz breite Zotten im Darme des Kaninchens; und überhaupt scheinen alle breiten, platten Zotten mehr, als eine einfache Höhlung, als Anfang der Lymphgefässe zu enthalten. Die Darmzotten des Menschen zeigten auf der hiesigen Anatomie bei einem Menschen, dessen Lymphgefässe des Darmes bis in die Zotten mit weissem Chylus gefüllt waren, eine einfache Höhlung von oben bis unten, wie die mikroskopische Untersuchung von Henle und die von Schwann ausgeführte Injection dieser Zotten mit Quecksilber von den deutlich sichtbaren Lymphgefässen der Mucosa bewies. Das Quecksilber füllte die Zotten bis an die blinden Enden.

Man kann etwas für hohle Zotten halten, was ganz davon verschieden ist. Diess ist eine Art Epithelium, wenn gleich von ausserordentlicher Zartheit. Rudolphi hat das Epithelium zuerst vom Dachs erwähnt. Bei Kälbern und jungen Katzen ist es sehr leicht, sich zu überzeugen, dass die Zotten von einem leicht abstreifbaren, überaus zarten, unorganisirten Häutchen überzogen sind, welches sich wie ein Handschuh von den Zotten ablöst; es ist sehr zart und zerreiblich. Um diess zu beobachten, darf man das Darmstück nicht sehr auswaschen, weil es sich sonst von selbst löst. Beim Ochsen ist es noch viel zarter und nicht leicht zu beobachten; es wäscht sich wie eine schleimige Materie ab, an der man nur hier und da noch die Form der Zotten erkennt. Mit dem festen Epithelium anderer Schleimhäute lässt sich diess nicht vergleichen. Es ist keine epidermisartige Masse, sondern, wenn auch zusammenhängend hautartig, doch dem Schleime so verwandt, dass mir die Absonderung hier zwischen Epithelium und Schleim in der Mitte zu stehen scheint.

Obgleich ich niemals am Ende der Zotten eine Oeffnung bemerkt habe, und obgleich ich bei früheren Untersuchungen niemals auf der ganzen Oberfläche der Zotten kleine Löcherchen sehen konnte, so habe ich doch neulich an sehr ausgewaschenen Darmstücken des Schaafes und Ochsens auf den Wänden der Darmzotten, und zwar auf der ganzen Oberfläche der Zotten, ganz undeutliche zerstreute Grübchen bemerkt, die man wohl für schief durchgehende Oeffnungen halten könnte. Ich theile diese von mir wiederholte Beobachtung jedoch nur mit grosser Zurückhaltung und viel Misstrauen mit. Die Untersuchung muss mit einem einfachen Mikroskope geschehen, und das kleine Ob-

ject muss in Wasser über einer schwarzen Unterlage beobachtet werden. Den Anfang der Lymphgefässe in den Darmzotten kann man übrigens in dem früher angeführten Versuche beobachten. Spritzt man Milch in das Innere eines Darmstückes vom Schaafe ein, bis sich die Lymphgefässe, wahrscheinlich durch Zerreissung des innersten Häutchens, plötzlich füllen, so findet man hernach auch wohl die Darmzotten hier und da mit Milch gefüllt. Man muss den Versuch sehr oft anstellen, um eine zufälligerweise erfolgte Anfüllung der Darmzotten mit Milch zu erhalten, die wahrscheinlich nicht von der innern Fläche der Zotten aus, sondern rückwärts von den durch Zerreissung angefüllten Lymphgefässnetzen erfolgt. Untersucht man solche mit Milch gefüllte Zotten mit dem Mikroskope, so glaubt man in den dünnen walzenförmigen Zotten nur einen einfachen Kanal zu sehen: die breiten, platten Zotten enthalten mehrere unregelmässige anastomosirende, meistens aber von der Basis nach dem Ende der Zotte gerichtete Kanäle, welche hier blind endigen oder sich in die fingerförmigen Fortsätze der platten Zotten fortsetzen. Diese Kanäle in den platten Zotten liegen dicht an einander, wie ein sehr unregelmässiges Netzwerk; sie sind viel stärker als die blutführenden Capillargefässe zu seyn pflegen. Die Darmzotten, mögen sie nun Oeffnungen haben oder nicht, können unmöglich die einzigen Organe der Einsaugung seyn, da sie so vielen Thieren fehlen. Diese Betrachtung führte mich zur mikroskopischen Untersuchung des Häutchens, von dem die Darmzotten ausgehen, und welches allen Thieren gemein ist.

Untersucht man ein wohl ausgewaschenes Stückchen vom Dünndarme eines Säugethieres, und die Beschaffenheit des Häutchens, welches die Zotten an der Basis verbindet, mit dem einfachen Mikroskope, so erkennt man ohne viele Mühe eine wunderbare Menge von sehr kleinen Oeffnungen, die ungefähr 2 bis 3 Mal so gross als die Blutkörperchen des Frosches, und 8 bis 12 Mal so gross als die der Säugethiere sind. Diese Oeffnungen stehen bei den Säugethieren zuweilen so dicht an einander, dass die Brücken zwischen denselben kaum so dick als die Oeffnungen selbst sind. Meistens sind sie jedoch mehr zerstreut; in diesem Falle geben diese Vertiefungen dem innersten Darmhäutchen ein schwammiges, überaus zartes Ansehen. Selbst die Basis der Zotten erscheint beim Schaafe und Ochsen wie durchlöchert. Es sind die Oeffnungen der mikroskopischen Lieberkuehn'schen Drüschen. Siehe Boehm *de gland. intestinal. struct. Berol.* 1835.

Gegen den Ursprung der Lymphgefässnetze aus mikroskopisch sichtbaren Oeffnungen sprechen des trefflichen Fohmann Beobachtungen, welcher bei den gelungensten Quecksilberinjectionen der Lymphgefässnetze in den Darmhäuten der Fische niemals Quecksilber aus der innern Fläche des Darmkanales herauskommen sah. Dasselbe beweist die oben angeführte, Schwann gelungene Injection einzelner Darmzotten des Menschen mit Quecksilber von den Lymphgefässen der Mucosa.

Die Lymphdrüsen, welche den Vögeln fast ganz (ausser am Halse) fehlen, und bei den Amphibien und Fischen gar nicht

vorhanden sind, scheinen bei Vögeln, Amphibien und Fischen durch blosse Geflechte von Lymphgefässen ersetzt. Auch die Lymphdrüsen selbst bestehen nur aus netzförmigen Anastomosen und Verwickelungen der Lymphgefässe. Die Vasa lymphatica inferentia einer Lymphdrüse theilen sich beim Eintreten in dieselben in kleine Zweige, und aus kleinen Zweigen bilden sich wieder die Vasa efferentia derselben, welche weniger zahlreich und etwas stärker sind. Da aber beide im Innern der Lymphdrüse durch die Netze der Lymphgefässe, woraus die ganze Drüse besteht, anastomosiren, so kann man aus den ersteren die letztern durch diese Drüsen hindurch mit Quecksilber füllen. Die einfachen Lymphdrüsen sehen wie blosse Geflechte der Lymphgefässe aus, eine mit Quecksilber gefüllte stärkere Drüse hat dagegen ein scheinbar zelliges Ansehen. Indessen scheinen auch diese Zellen nur kleine Erweiterungen geschlängelter Lymphgefässe zu seyn, so wie auch die Lymphgefässnetze in anderen Theilen, wenn man nicht auf die kleinen Maschen Acht giebt, häufig zellig aussehen. Hierfür spricht auch das Fortschreiten des Quecksilbers beim Anfüllen der Drüse. Es lassen sich wohl die entgegengesetzten Ansichten von Cruikshank, der hier Zellen annimmt, mit denen von Meckel, Hewson und Mascagni, welche sie für Erweiterung der Lymphgefässschlingen halten, vereinigen. Siehe übrigens über diese Controverse E. H. Weber *Anatomie* 3. *p.* 109—113. Dass die Lymphgefässe in den Drüsen, wie in anderen Theilen, noch in ihren Wänden von Capillargefässnetzen durchzogen sind, ist unzweifelhaft; selbst die Lymphgefässe des Darmes haben nach Fohmann's Untersuchungen noch eine innere Haut bis in die Netze, und dass in den Darmzotten noch Capillargefässe zahlreich enthalten sind, ist schon erwähnt worden. Daher sind die Lymphgefässanfänge immer noch als eine sehr zusammengesetzte Bildung zu betrachten, als Theile, deren Wände blutführende Capillargefässnetze als Elemente enthalten. Die Lymphgefässe ausser den netzförmigen Anfängen sind aus zwei Häuten gebildet, einer äussern glatten und einer innern, welche Klappen bildet, die den Lauf der Lymphe gegen die Lymphgefässstämme erleichtern und umgekehrt erschweren.

Nun ist zu untersuchen, ob die Lymphgefässanfänge oder überhaupt die Lymphgefässe ausser der Verbindung des Lymphgefässstammes, Ductus thoracicus, mit dem Venensystem noch mit anderen Kanälen zusammenhängen.

Cruikshank, J. Fr. Meckel d. Aelt. und Panizza haben bei Injectionen der Ductus lactiferi der Milchdrüse und des Ductus hepaticus, auch das Quecksilber in die Lymphgefässe übergehen gesehen. Auch Walter erfüllte Lymphgefässe durch Injection der Gallenkanäle der Leber. Hieraus darf man aber nicht schliessen, dass die Lymphgefässanfänge mit den absondernden Kanälen der Drüsen in offener Verbindung stehen. Auch ich habe neulich bei Injection der Milchdrüsen des Hundes eine Injection der umherliegenden Lymphgefässe erhalten, allein diese erfolgte gerade dann, wenn die glückliche Injection der bläs-

chenförmigen Enden der Ductus lactiferi nicht gelang; wenn also Extravasat entstanden war, das hierbei in keine Theile so leicht übergeht als in die Lymphgefässe, weil die Anfänge derselben viel weiter als die Capillargefässe sind. Wenn jener offene Zusammenhang wirklich bestände, den Panizza läugnet, und der gewiss nicht stattfindet, so könnte er nur zwischen Lymphgefässen und den Stämmchen der absondernden Kanäle stattfinden; denn die netzförmigen Anfänge der Lymphgefässe sind ausserordentlich viel grösser als die blinden Anfänge der absondernden Kanälchen in den zusammengesetzten Drüsen. Der Zusammenhang von Lymphgefässen und Arterien, wovon Magendie so nebenbei spricht, ist eben so wenig statthaft. Dagegen sind die Verbindungen der Lymphgefässe mit kleinen Venen in der neuern Zeit wirklich durch Fohmann's Untersuchungen wieder Gegenstand der Controverse geworden. Bei den Vögeln gehen nach Fohmann, Lauth und Panizza die Lymphgefässe auf eine mit blossem Auge erkennbare Art in die Venen des Schenkels und Beckens über. Ich werde in der Folge nach eigenen Beobachtungen den Zusammenhang der Lymphgefässe des Schenkels beim Frosche mit der Vena ischiadica anführen. Eine ganz andere Frage ist, ob einzelne Lymphgefässe mit kleineren Venen zusammenhängen. Fohmann behauptet diess von den Lymphgefässen der Vögel, Amphibien und Fische, und hat es sogar abgebildet. Dass dieser Zusammenhang bei Menschen und Säugethieren, welche Lymphdrüsen besitzen, ausser den Lymphdrüsen nicht stattfinde, erkennt Fohmann an. Lippi's Versicherungen und Abbildungen von einem solchen Zusammenhange verdienen nach der Kritik dieser Arbeiten durch Fohmann und Panizza kein besonderes Zutrauen. Lippi *illustrazioni fisiologiche e pathologiche del sistema linfatico-chilifero etc. Firenze* 1825. Fohmann *l. c. p.* 4. Dagegen behauptet Fohmann, dass ein solcher Zusammenhang beim Menschen und den Säugethieren in den Lymphdrüsen stattfinde, wie ihn auch J. Fr. Meckel d. Aelt., Ph. F. Meckel, bei Quecksilberinjection der Lymphgefässe beobachteten. Dieser auch von Beclard bestätigte Uebergang ist überaus leicht, und man erhält nach Injection der Vasa inferentia einer Lymphdrüse oft schon eine Anfüllung der aus den Drüsen hervorgehenden Venen viel schneller als eine Anfüllung der Vasa efferentia lymphatica der Drüse. Diess hat indess Fohmann zu einer Irrung veranlasst. Er sah bei einer Phoca bei Injection der Vasa lymphatica inferentia jener Masse von Lymphdrüsen des Gekröses, welche man hier beim Hunde und Delphin Pancreas Asellii nennt, dass nur die Venen nach Injection der Drüsenmasse, nicht aber Vasa lymphatica efferentia derselben sich füllten, und schloss daraus, dass diese Drüsenmasse keine solche besitze. Fohmann, *anat. Untersuchungen über die Verbindung der Saugadern mit den Venen. Heidelb.* 1821. Rosenthal (Fror. *Not.* 2. p. 5.) hat diess berichtigt. Er fand beim Seehunde, dass alle Lymphgefässe des Dünndarmes in jene Drüse gehen, dass aber aus der Drüse ein grosses Lymphgefäss hervorgeht, Ductus Rosenthalianus, während nach Rudolphi beim Hunde und beim

Delphin aus jener Drüsenmasse eine Menge Vasa efferentia lymphatica hervorgehen. Vergl. Rudolphi *Physiologie* 2. *Bd.* 2 *Abth. p.* 241—250. Rosenthal's Abbildungen, *Nov. act. nat. cur T.* 15. *p.* 2. Rosenthal's Beobachtungen sind von Knox (*Edinb. med. surg. Journ. I. Juli* 1824. Froriep's *Notizen N.* 158.) bestätigt worden.

Indessen bleibt es ein Factum, dass die Venen sich überaus leicht aus den Lymphdrüsen füllen. Auch Schroeder van der Kolk sah diesen leichten Uebergang, ohne dass etwas in den Ductus thoracicus gelangte. Luchtmans *de absorptionis sanae et morbosae discrimine. Traject. ad Rhen.* 1829. Panizza (p. 56.) sah beim Schweine eine Lymphdrüse mit zwei Vasa inferentia, das Quecksilber in eins derselben injicirt, ging ganz in die Vene der Drüse, von dem andern Vas inferens ging dagegen das Quecksilber in das Vas efferens über. Gerber und Alb. Meckel (J. Fr. Meckel's *Archiv* 1828. *p.* 172.) sahen auch den leichten Uebergang in die Venen. Allein A. Meckel bezweifelt die Beweiskraft, wie Rudolphi und E. H. Weber, und führt als Gegengrund an, dass auch das Nebenhodengefäss bei Injection desselben in Hunden regelmässig Venenanfüllung bewirke. Wenn ich die Extravasate in Venennetze bei Injection der Drüsenkanäle von ihrem Ausführungsgange aus bedenke, Extravasation, die mir gerade dann erfolgte, wenn die vollkommene Injection der Drüsenkanälchen bis in die Acini nicht gelang, wenn ich die Extravasation aus den Ductus lactiferi in die Lymphgefässe bedenke, die auch dann erfolgt, wenn die Injection der Acini nicht gelingt, so zweifle auch ich sehr an dem wirklichen Zusammenhange der Lymphgefässe und feinen Venen in den Drüsen. Die geronnene Lymphe in den Drüsen bietet dem Quecksilber Widerstand dar; es entsteht im Innern Zerreissung, und da die Lymphgefässwände selbst von Capillargefässnetzen durchzogen sind, die mit Venennetzen in Verbindung stehen, so muss die Zerreissung eines Lymphgefässes im Innern der Drüse nothwendig mit Zerreissung der Capillargefässe und der Venennetze verbunden seyn. So dringen, wie E. H. Weber bemerkt, auch sehr leicht Flüssigkeiten aus den Zweigen der Lungenarterie in die Luftröhrenäste, ohne dass doch ein natürlicher Zusammenhang hier bestände. Aus demselben Gesichtspunkte betrachte ich den Uebergang aus einer Ordnung der Gefässe in die andere, aus Blutgefässen in absondernde Gefässe und umgekehrt in den Drüsen. Vergl. E. H. Weber *Anatomie* 3. 113—121. Wenn ich aber jemals ausser einer Drüse einen unmittelbaren Zusammenhang eines Lymphgefässes mit einer feinen Vene sähe, so würde ich dieses als augenscheinlich zugeben, ohne den unsichtbaren Zusammenhang in einer Drüse anzuerkennen. Da man indess diesen freien Zusammenhang von Lymphgefässen und feinen Venen von Menschen und Säugethieren nicht kennt, so bleibt bei Menschen und Säugethieren bloss die Verbindung des Hauptstammes der Lymphgefässe mit der Vena subclavia sinistra, und kleiner Stämmchen mit der Vena jug. int. dextra und subclavia dextra. Andere Verbindungen mit Venenstämmen scheinen hier nur Ausnahmen zu

seyn, wie ein Fall, den Hr. Prof. Wutzer und ich bei einer Leiche sahen, wo vom Ductus thoracicus ein Lymphgefäss unmittelbar in die Vena azygos überging. Siehe Wutzer in Mueller's *Archiv* 1834. Diess verdient Aufmerksamkeit, da Panizza beim Schweine regelmässige Verbindung zwischen der Vena azygos und Zweigen des Ductus thoracicus gefunden hat. Vergl. Otto *path. Anat.* 366.

b. Lymphherzen der Amphibien.

Die Lymphherzen der Amphibien sind im Jahre 1832 entdeckt worden. Es sind musculöse Säckchen, welche die Lymphe in die vorderen und hinteren Hauptstämme der Venen eintreiben. Die Amphibien haben in der Regel 4 Lymphherzen, zwei vordere und zwei hintere; beim Frosch liegt das hintere Lymphherz jeder Seite in der Regio ischiadica unter der Haut, das vordere mehr verborgen über dem Querfortsatz des dritten Wirbels. Die Organe pulsiren ganz unabhängig vom Herzen, selbst nach Ausschneidung desselben und Zerschneidung des ganzen Frosches, die Pulsationen der oberen sind nicht immer gleichzeitig mit den Pulsationen der unteren, und selbst die der paarigen Organe beider Seiten sind nicht immer gleichzeitig. Sie ziehen sich circa 60 Mal in der Minute zusammen. Die pulsirenden Organe enthalten farblose Lymphe, und man kann von ihnen aus die Lymphgefässstämme und Lymphräume der Extremitäten aufblasen. Bläst man in das untere Lymphherz, so füllen sich die Lymphgefässstämme und Lymphräume des Schenkels unter der Haut und zwischen den Muskeln, und ein oberflächlicher Lymphgang des Rückens. Einigemal füllte sich ein feinhäutiger Gang, der die Aorta abdominalis begleitete. Beim Aufblasen der oberen Lymphherzen schwellen Lymphräume der Achsel an. Die unteren Lymphherzen ergiessen die Lymphe in einen Zweig der Vena ischiadica. Die oberen Lymphherzen ergiessen die Lymphe in einen Zweig der Vena jugularis, der vorn aus dem Organe hervorgeht, und bei jeder Zusammenziehung des Organes angeschwellt wird. Diese Vene geht vorwärts, nimmt eine Vene des Hinterkopfes auf, die Vena jug. geht dann abwärts, nimmt eine Vene von der Kehle auf und mündet nun in die obere Hohlvene. Diese Organe scheinen allen Amphibien eigen zu seyn. Die unteren habe ich schon ausser dem Frosche und den Kröten, bei den Salamandern und Eidechsen gefunden, wo sie an der Wurzel des Schwanzes seitwärts hinter dem Darmbein liegen und schwieriger zu finden sind, dagegen sie beim Frosche sogleich unter der Haut gefunden werden. Die oberen Organe habe ich bis jetzt bloss in froschartigen Thieren aufgesucht. Mueller, Poggend. *Ann.* 1832. *Hft.* 8. *Philosophic. Transact.* 1833. *p.* 1. Panizza hat die unteren pulsirenden Lymphherzen auch bei den Schlangen gefunden. Siehe Mueller's *Archiv* 1834. *p.* 300. Ueber den Bau derselben und über ihre Wirkung als Saugwerke siehe E. Weber in Mueller's *Archiv* 1835, *p.* 535.

III. Capitel. Von den Actionen der lymphatischen Gefässe.

Während das Blut durch die Capillargefässe oder Uebergänge der Arterien in Venen von 0,00025—0,00050 P. Zoll fliesst, geben die Blutkörperchen, indem sie einen belebenden Einfluss auf die Organtheilchen, an denen sie vorbeigehen, ausüben, und dabei dunkelroth werden, sichtbar in die Venen über, die aufgelösten ganz flüssigen Theile des Blutes aber, nämlich das aufgelöste Eiweiss und der aufgelöste Faserstoff, können während des Durchströmens der Capillargefässe, wie alles Aufgelöste, durch die zarten Wände der Capillargefässe zum Theil wenigstens durchdringen und die Partikeln der Organtheile zwischen den Capillargefässnetzen tränken, wobei diese aufgelösten Theile des Blutes zur Ernährung und Absonderung verwandt werden müssen. Daher das von den Organen abfliessende Venenblut weniger Faserstoff (siehe p. 119.) enthält, indem derselbe im Arterienblute 0,483 proc., im Venenblute der Ziege 0,395 proc. nach meiner Beobachtung beträgt. Die aufgelösten Theile des Blutes, Eiweiss und Faserstoff, werden also in Menge die kleinsten Theilchen der Organe tränken, zu ihrer Ernährung dienen, und was überflüssig ist, wird in den überall in den Interstitien der Organtheile vorkommenden Lymphgefässnetzen sich sammeln, ohne dass ein unmittelbarer Uebergang aus den Capillargefässen in die Lymphgefässe durch Vasa serosa, die keine Blutkörperchen durchlassen, nöthig oder erwiesen wäre. Die zur Ernährung überflüssigen, rein aufgelösten Theile des Blutes werden daher durch die Lymphgefässe wieder in die Blutmasse gebracht. Natürlich muss nun die Lymphe, in Hinsicht ihrer Zusammensetzung, ganz mit dem flüssigen Theile des Blutes übereinstimmen, und das Blut selbst aus Lymphe (aufgelöster Faserstoff und Eiweiss) und rothen Körperchen bestehen. Dass die, von den Organen durch die Lymphgefässe abgeführte Lymphe grossentheils ihren Ursprung aus den die Gewebe tränkenden flüssigen Theilen des Blutes hat, und nicht ganz neu gebildet wird, wird aus der von mir gemachten, leicht zu wiederholenden Beobachtung bewiesen, dass, wenn das Blut der Frösche nicht gerinnt, jedesmal auch ihre Lymphe nicht gerinnt, und wenn ihr Blut gerinnt, jedesmal auch ihre Lymphe gerinnt. So gerinnt das Blut des Frosches oft im Sommer nicht, wenn die Frösche 8 oder mehr Tage ausser Wasser aufbewahrt werden, dagegen es frisch, ohne Ausnahme ausser den Adern ganz gerinnt. Ganz so verhält es sich jedesmal mit der Lymphe der Lymphräume des Frosches. Der eigenthümliche Zustand oder der Mangel des Faserstoffes im Froschblute zu gewissen Zeiten bestimmt also durchaus denselben Zustand des Faserstoffes oder den Mangel desselben in der Lymphe.

1) *Resorption der lymphatischen Gefässe.*

Dass die Lymphgefässe oder Saugadern wirklich auch aufsaugen, könnte man zuerst für zweifelhaft halten, wenn die

Lymphe nicht nach meinen Beobachtungen auch eigenthümliche Partikelchen führte, wenn die Resorption durch die Lymphgefässe des Darmkanales nicht eine ausgemachte Thatsache wäre, und die weisse oder mehr opalartige Farbe des Chylus sich nicht nach den Nahrungsmitteln änderte. Indessen kennt man auch einige Thatsachen von Aufsaugung von Stoffen durch andere Lymphgefässe als die des Darmkanales. Nicht allein dass die Lymphgefässe nach Einreibungen reizender Stoffe oft schmerzhaft werden, worauf röthliche Streifen im Verlaufe der Lymphgefässe zuweilen sich zeigen und die benachbarten Lymphdrüsen anschwellen. Auch in der Nähe eigenthümlicher thierischer Stoffe hat man die Lymphgefässe damit angefüllt gesehen. Ich will keinen Werth auf Mascagni's in dieser Rücksicht etwas abenteuerliche Behauptungen legen, dass man bei Thieren, die in Folge von Pulmonal- oder Abdominal-Haemorrhagien gestorben, die Lymphgefässe der Pleura und des Peritoneums mit Blut gefüllt gesehen. Assalini, Saunders, Mascagni und Soemmerring beobachteten Galle in den von der Leber kommenden Lymphgefässen bei Verstopfung der Gallengänge. Weber *Anat.* 3. *p.* 123. Tiedemann und Gmelin fanden nach Unterbindung des Ductus choledochus bei Hunden die Lymphgefässe der Leber mit hochgelber Flüssigkeit gefüllt, die Lymphdrüsen, zu welchen sich jene begeben, gelb, und Bestandtheile der Galle selbst in der gelb gefärbten Flüssigkeit des Ductus thoracicus. *Die Verdauung nach Versuchen.* 2. 40. In der Nähe von Knochengeschwülsten fand man in den Lymphgefässen Kalkerde. Otto *pathol. Anat.* 1. 372.

Magendie, welcher die Resorption der lymphatischen Gefässe bezweifelt, erzählt einen von Dupuytren beobachteten Fall. Eine Frau, welche eine ungeheure fluctuirende Geschwulst an der innern Seite des Schenkels hatte, starb. Einige Tage vor ihrem Tode hatte sich eine Entzündung des Unterhautzellengewebes an dem Schenkel eingestellt. Bei der Section der Haut, welche die Geschwulst bekleidete, sah Dupuytren sich weisse Punkte auf den Lippen des Einschnittes bilden, und es zeigten sich weisse Linien in dem Unterhautzellengewebe, die man für mit Eiter gefüllte Lymphgefässe erkannte. Die Schenkeldrüsen waren mit derselben Materie angefüllt, wovon die Lendenlymphdrüsen und der Ductus thoracicus keine Spur zeigten. Magendie citirt auch einen anderen Fall aus dem Hôtel Dieu, wo sich in Folge einer complicirten Fractur ein grosser Abscess gebildet hatte, und Eiter sich in den Venen und Lymphgefässen zeigte, die von dem kranken Theile her kamen. *Précis de physiol.* 2. 218. Dagegen sah Andral bei häufigen Untersuchungen der Lymphgefässe in der Umgegend der Eiterheerde keine mit Eiter gefüllt. Meck. *Arch.* 8. 227. Da der Eiter Kügelchen enthält (grösser als die Blutkörperchen, zum Theil noch einmal so gross nach Weber), so tritt hier dieselbe Frage ein, wie in Hinsicht der Resorption der Kügelchen des Chylus, welche ihrem Durchmesser entsprechende Oeffnungen in den Lymphgefässnetzen voraussetzen. Indessen die Lymphgefässe, die im Parenchym der Theile wurzeln, kön-

nen nicht einmal solche Oeffnungen haben, da sich ihnen keine freie Oberflächen darbieten. Die aufgelösten Theile des Eiters können leicht von den Lymphgefässnetzen aufgesogen werden, aber die Erscheinung des körnigen Eiters in den Lymphgefässen scheint mir nichts mit der Aufsaugung zu thun zu haben; durch Entzündung der Lymphgefässe kann sich Eiter in ihnen bilden, auch nach Zerstörungen kann der Eiter ganz mechanisch diese Gefässe infiltriren. Wenn sich Eiter im Blute vorfindet, z. B. in den Venen, so ist er in der Regel in den Venen durch Venenentzündung gebildet, und dann nicht aufgesogen, oder bei der Zerstörung von Capillargefässen eines Theiles durch Eiterung ist der Eiter mechanisch in die zerstörten kleinen Venen eingedrungen. So z. B. kann Eiter aus verschlossenen Abscessen an einem Amputationsstumpf in Blutgefässe gelangen, ohne aufgesogen zu werden, oder bei der Entzündung der bei der Amputation durchschnittenen Gefässstämme kann sich im Innern der Gefässe Eiter bilden. Wirklicher Eiter in den Venen verursacht dann als zersetzte Materie wieder Ablagerung und Entzündung, und dadurch die Entstehung neuer Abscesse in anderen Theilen, wie man diess nach grossen Eiterungen und bei eiternden Amputationswunden nicht selten sieht, auf welche z. B. oft zerstreute Abscesse der Leber und Lungen, der Muskeln oder irgend eines andern Theiles folgen. Dieser Eiter ist nicht aufgesogen, das wäre schwer sich zu denken. Siehe die trefflichen Bemerkungen von Cruveilhier in *anat. pathol.* bei dem Artikel *Venenentzündung*. Die Folgen von Eiter im Blute sind secundäre Entzündungen und wieder Abscesse, aber keine eiterigen Absonderungen, z. B. in den Nieren. Dass körniger Eiter, in der Blutmasse enthalten, in den Nieren abgesondert werde, halte ich für unmöglich. Nur die näheren Bestandtheile des Eiters können hierbei abgesondert werden; Eiterkügelchen im Blute können nicht aus dem Blute abgesondert werden, da die Capillargefässe keine Art von Kügelchen durchlassen können. Wird wirklich in Folge einer Eiterung eines Theiles plötzlich auch Eiter von den Nieren abgesondert, so musste Eiter in das Blut eingedrungen seyn, und Entzündung und Abscesse in den Nieren bewirkt haben. Was man mehrentheils für metastatischen Eiterharn hält, ist ein nicht untersuchtes Sediment im Harne.

Hunter hatte behauptet, dass gefärbtes Wasser in die Darmhöhle eines Thieres eingespritzt, sich in kurzer Zeit in den Lymphgefässen wieder zeige. Diess hat Flandrin bei Pferden nicht gefunden. Magendie und Dupuytren haben, wie der Erstere versichert, diese Versuche mehr als 150 Mal wiederholt, und niemals die aufgesogenen Substanzen in den Lymphgefässen gefunden. Dagegen haben Mayer und Schroeder v. d. Kolk die zwar langsame, aber doch offenbare Resorption von fremdartigen Stoffen im Darmkanal beobachtet. Die Akademie von Philadelphia sah blaus. Kali (aber nicht vegetabilische Färbestoffe), Lawrence und Coates blaus. Kali aufgesogen; Hallé und Andere fanden nach Eingeben von Färbestoffen in dem Ductus thoracicus diese nicht wieder, während sie ins Blut und den

Kreislauf übergegangen waren. Vergl. Tiedemann und Gmelin *Versuche über die Wege, auf welchen Stoffe vom Magen und Darmkanal ins Blut gelangen. Heidelberg* 1820.

Die meisten Beobachtungen lehren, dass man zwar Resorption fremder aufgelöster Stoffe, aber nur der Salze durch die Lymphgefässe bemerkt hat. Ich habe pag. 240. Tiedemann's und Gmelin's zahlreiche Erfahrungen angeführt, aus welchen hervorgeht, dass Färbestoffe im Darm nicht von den Lymphgefässen aufgenommen werden, obgleich diese Stoffe im Urin und im Blut erkannt wurden. Nur Salze fanden sie einigemal in den Chylus übergegangen, so unter zahlreichen Versuchen nur ein Mal etwas Eisen bei einem Pferde, das schwefelsaures Eisen bekommen, und einmal blausaures Kali im Chylus eines Hundes und schwefelblausaures Kali im Chylus eines Hundes. Hierzu kann ich eine eigene Beobachtung vom Frosch hinzufügen. Ich steckte einen Frosch mit den Beinen bis nahe an den After in ein Gefäss mit blausaurer Kalilösung, und liess ihn darin 2 Stunden eingezwängt, Darauf wusch ich ihn sorgfältig, trocknete die Beine ab, und untersuchte die Lymphe unter der Haut durch Eisenoxydsalz, ob blausaures Kali durch die Lymphgefässe absorbirt worden; die Lymphe wurde sogleich ganz hellblau, das Serum des Blutes reagirte kaum deutlich auf blausaures Kali. In einem zweiten Versuch, wo ich den Frosch 1 Stunde in der Lösung liess, reagirte die Lymphe nicht.

Fasst man alle Thatsachen zusammen, so geht daraus hervor, dass die Lymphgefässe zwar resorbiren, dass sie in der Regel nur Flüssigkeiten eigenthümlicher Art hierbei aufsaugen, gegen welche sie wahrscheinlich eine Affinität haben, dass fremdartige Stoffe schwer und nur ausnahmsweise in die Lymphgefässe eindringen, wie Salzlösungen, während die meisten Färbestoffe in der Regel gar nicht einmal in die Lymphgefässe eindringen. Das gewöhnliche Resorptionsprodukt der Lymphgefässe ist der bei der Circulation aus den Capillargefässen in die Partikeln der Organe eindringende Liquor sanguinis. Indessen gehen doch auch kleine Molecule aus dem Parenchyma der Theile in die Lymphgefässe über, wie die eigenthümlichen Kügelchen der Lymphe, so wie die Lymphgefässe des Darms nicht allein Aufgelöstes aus den Nahrungsstoffen, sondern selbst die Chyluskügelchen aufzusaugen scheinen. Man sieht, dass die organische Resorption der Lymphgefässe weit von der Imbibition der Capillargefässe mit allen aufgelösten fremdartigen Stoffen verschieden ist; sie unterscheidet sich auch von der Resorption der Wurzelfasern der Pflanzen, welche alles Aufgelöste einsaugen. Tiedemann *Physiol.* 1. 223.

Aus der Vergleichung des Chylus der Lymphgefässe und des Speisebreies des Darmkanals ergiebt sich sogleich schon, dass die Lymphgefässe nicht allein resorbiren, sondern auch das Resorbirte umwandeln; denn nur wenn der Nahrungsstoff in den Lymphgefässen enthalten ist, erhält er die Eigenschaft von selbst, zum Theil zu gerinnen, und je weiter er in den Lymphgefässen fortschreitet, nimmt diese Eigenschaft zu. Vielleicht verwandeln auch die Lymphgefässe des übrigen Körpers Eiweiss in gerinnbare Ma-

terie. Man sieht jedenfalls ein, dass hierin die organische Resorption der Lymphgefässe durchaus von der Imbibition und dem unmittelbaren Uebergange der aufgelösten Stoffe in das Blut verschieden ist. Es ist wahrscheinlich, wie E. H. Weber zu zeigen gesucht hat, dass die Lymphgefässe auch bei der Resorption fremdartiger Stoffe eine Umwandlung derselben bestreben. So hat Emmert beobachtet, das man nach Unterbindung der Aorta abdominalis durch das Gift der Angustura virosa, welches in eine Wunde des Fusses gebracht wurde, Thiere nicht vergiften konnte, und dass nach dieser Unterbindung auch Blausäure, auf dieselbe Weise applicirt, keinen Erfolg hatte. Da nun diese Gifte durch Imbibition auch in die Lymphgefässe gelangen können, und durch sie, obgleich langsamer als durch die Blutgefässe verbreitet werden, so muss man zur Erklärung dieser Beobachtungen annehmen, dass die Lymphgefässe auch bei der Resorption fremdartiger Stoffe dieselben umwandeln.

Ich gestehe, das mir der Act der Resorption in anderen Theilen sowohl, als im Darm völlig räthselhaft ist. Die Capillarität, mit welcher man zur Erklärung thierischer Vorgänge so freigebig ist, erklärt nur die Anfüllung von Capillarröhren, wenn diese leer sind, oder wenn sie abwechselnd leer werden; sie erklärt aber nicht das Aufsteigen der Säfte. Als ich die Lymphgefässe des Gekröses durch Ausdehnung der Darmwände mit injicirter Milch gefüllt sah, glaubte ich augenblicklich, mir die Resorption im Darmkanal erklären zu können. Von dieser Idee kam ich aber sogleich zurück, als ich bedachte, wie gering die Zusammenziehungen der Gedärme sind, welche man bei unmittelbarer Oeffnung des Bauches findet, und dass die dünnen Gedärme meistens collabirt erscheinen. Noch mehr kam ich von dieser Ansicht zurück, als ich einsah, dass meistens, und vielleicht immer, diesen Injectionen eine Zerreissung des innersten Darmhäutchens vorausgeht. Bei der Resorption muss irgend eine Anziehung stattfinden. Sind einmal die Lymphgefässe bis über die Muskelhaut gefüllt, so muss auch die schwächste Contraction des Darms den Chylus weiter treiben, indem die zwischen den Fasern der Muskelhaut verlaufenden Lymphgefässe comprimirt werden. Jede Compression der Lymphgefässe bewirkt aber eine Bewegung des Chylus nach der Cisterna chyli, wegen des Baues der Klappen in den Lymphgefässen. Die einmal entleerten Lymphgefässnetze müssen sich, wenn die Zusammenziehung eines Darmstücks nachlässt, wegen Entstehung leerer Räume füllen. Alles diess kann aber nicht einmal in anderen nicht contrahirbaren Theilen stattfinden; und bei den Fischen fehlen die Klappen der Lymphgefässe. Es ist daher wahrscheinlich, dass hierbei noch eine andere Art von Anziehung stattfindet; und es bleibt nicht zweifelhaft, dass diese keine physikalische, z. B. Capillarität, sondern eine noch unbekannte organische Anziehung ist. An den Zotten selbst habe ich durchaus keine Bewegungen gesehen, als ich bei einem lebenden Kaninchen den Darm aufschnitt und die innere Fläche desselben in warmem Wasser beobachtete. Auch habe ich nie, weder an den Lymphgefässen des Gekröses, noch an der Cisterna chyli, noch am Ductus

thoracicus, irgend eine Spur von Bewegung gesehen; auch als ich auf den Ductus thoracicus einer möglichst schnell lebendig geöffneten Ziege eine starke galvanische Säule wirken liess, sah ich keine Zusammenziehung, est nach einiger Zeit schien der Gang an dieser Stelle etwas enger, und zeigte mehrere ganz unbedeutende Einschnürungen.

Da die Resorption der lymphatischen Gefässe bei den Thieren in so grosses Dunkel gehüllt ist, so scheint es mir zweckmässig, die Gesetze dieses Processes bei den Pflanzen zu untersuchen. In keinem Punkte gleichen sich vielleicht die Pflanzen und Thiere so sehr, als in dem Aufsteigen der Säfte von den Resorptionsflächen in den lymphatischen Gefässen bei den Thieren, und dem Aufsteigen der Säfte in den Gefässen der Pflanzen.

Dutrochet hat bewiesen; dass die Organe, welche das Frühlingsaufsteigen der Säfte in den Pflanzen bewirken, die Endtheile der Wurzeln sind, und dass die ganze Kraft, mit welcher der Saft emporgetrieben wird, a tergo von der Wurzel aus wirkt. Dutrochet schnitt an einer Weinrebe von 2 Meter Länge das Ende ab, und überzeugte sich, dass die verkürzten Stengel den Saft fort und fort ununterbrochen ergossen. Die Ursache des Aufsteigens ist also keine Attraction von dem obern Theil der Pflanze auf die Säfte im untern Theil des Stengels. Darauf schnitt er die Rebe über der Erde ab, während er das obere Ende des abzuschneidenden Stücks beobachtete. Im Moment des Durchschnittes hörte das Ausfliessen aus dem obern Ende der abgeschnittenen Rebe auf. Die Ursache des Aufsteigens liegt also auch nicht im Stengel. In der That ergoss das Stück des Stengels, das noch mit den Wurzeln in Verbindung stand, ununterbrochen noch immer Saft; Dutrochet entfernte darauf die Erde um die Wurzeln, und durchschnitt diese. Die untern Stücke der Wurzeln ergossen noch immer Saft, und so schritt er mit dem Abschneiden nach abwärts fort, wobei er immer fand, dass die unteren Theile noch immer Saft ergossen, bis er an die Wurzelenden selbst gelangte, die daher, indem sie der Sitz der beständigen Resorption sind, zugleich durch die beständige Aufnahme der Säfte das Aufsteigen der schon resorbirten Säfte bedingen. Dutrochet setzte eine der Radicellen, die mit einem weisslichen Conus enden, mit dem Ende in Wasser, und beobachtete mit der Loupe, dass der Durchschnitt sich mit Wasser bedeckte, das durch das Centralsystem austrat. Dutrochet *l'agent immédiat du mouvement vital. Paris* 1826. 90. Die Aufsaugung der Stoffe vermöge der Wurzeln durch die blossen Wurzelspitzen haben schon De la Baisse und Hales gezeigt. Hales tauchte die Spitze einer Baumwurzel in Wasser, womit eine Glasröhre gefüllt war, und fand, dass die Wurzel in 6 Minuten eine merkliche Menge von dem Wasser eingesogen hatte. Agardh *allgemeine Biologie der Pflanzen. Greifswald* 1832. *p.* 9.

Diese Wurzelenden sind die Organe, welche de Candolle Spongiola nennt. Agardh bemerkt, dass die Wurzelspitze dem übrigen Theile der Wurzel sonst nicht ungleich organisirt ist, als dass die Zellen klein und dadurch gehäuft sind, obgleich diesel-

ben Zellen, welche in diesem Augenblick klein und gehäuft sind, und dadurch einsaugen, nach einiger Zeit ausgewachsen sind, und nicht einsaugen, indem sie diese Function neu entstandenen Zellen überlassen, welche später und unterhalb ihrer gebildet werden. Die Spongiola oder Papilla saugt übrigens nur Wasser und in diesem aufgelöste Stoffe ein.

Agardh erklärt das Aufsteigen der Säfte aus einer polarischen Thätigkeit der Wurzeln und der Blätter, indem die ersteren Säfte anziehen, die letzteren Stoffe aushauchen, und hält diesen Act für etwas weiter Unerklärliches, gleichwie die polarische Action des Magnetes. Diese Erklärung lässt sich jedenfalls nicht auf die Thiere anwenden, wenn ich mich jener Sprache bedienen soll, da hier nur das eine Moment in den Anfängen der Lymphgefässe existirt, anderseits die Lymphe aber in das Blut übergeht. Dagegen ist es von grossem Interesse für uns, zu wissen, dass, wie De la Baisse, Hales und Dutrochet zeigten, das Aufsteigen der Säfte in den Pflanzen allein schon durch die Thätigkeit der Wurzel und der Spongiola, nämlich durch ihre beständige Resorption geschehen kann.

Obgleich die Darmzotten keine zur Aufsaugung durch Lymphgefässe nöthigen Organe sind, vielmehr die lymphatische Resorption durch die netzartigen Lymphgefässanfänge in den meisten Theilen ohne Zotten, ja bei vielen Thieren selbst im Darm ohne Zotten geschieht, so kann man doch die Zotte mit der Spongiola der Wurzeln vergleichen; nur muss man bedenken, dass auch in den Zotten die Anfänge der Lymphgefässe nicht anders gebildet sind, als in den zottenlosen Theilen.

Dutrochet erklärte die Resorption bei Pflanzen und Thieren durch die Endosmose. Es ist jedoch nicht schwer einzusehen, dass die Erscheinungen der Endosmose durch todte thierische Membranen durchaus nicht hinreichen, die Aufsaugung in beiden Reichen zu erklären. Denkt man sich die Lymphgefässe des Darms und Gekröses, z. B. mit Säften gefüllt, und die Darmzotten oder Lymphgefässnetze mit Chymus in Berührung, so würden die aufgelösten Theile des Chymus nach den Gesetzen der Endosmose in die Lymphgefässe eindringen, und die aufgelösten Theile des Saftes in den Lymphgefässen dagegen heraus dringen, und sich mit dem Chymus mischen; ist der Chymus flüssiger als der Chylus, und enthält er dünnere Lösungen, so wird mehr Chymus in die Lymphgefässe eindringen, als Chylus herausdringen. Enthält dagegen der Chymus dichtere Lösungen, so wird mehr Chylus aus den Lymphgefässen heraus dringen, als Chymus herein dringt. Von einem solchen Spiel können die wunderbaren Wirkungen der Aufsaugung nicht abgeleitet werden. Nur wenn der in den Lymphgefässnetzen einmal enthaltene Chylus eine durch den Lebensprocess selbst entstandene chemische Verwandtschaft zu dem Chymus des Darmkanals äusserte, und diesen anziehen könnte, ohne dass er selbst von dem Chymus angezogen würde, könnte man die Resorprion auf eine den Gesetzen der Endosmose analoge Art erklären. Aber diese Verwandschaft, diese Anziehung würde eine

lebendige seyn, indem im todten Zustand eine solche Anziehung nicht existirt.

Wollte man die Aufsaugung durch Anziehung der Flüssigkeit von der aussern Fläche der Lymphgefässe und durch Abstossung von der innern nach den Lymphgefässen erklären, so giebt es weder Thatsachen, diess zu beweisen, noch es zu widerlegen.

Mechanische Apparate zur Aufsaugung des Chylus sind wahrscheinlich in den Anfängen der Lymphgefässe nicht vorhanden, da die Aufsaugung in den Pflanzen ohne dieselben geschieht. Hier wirkt eine noch ungekannte Anziehung, wovon bei der Absonderung gleichsam das Gegentheil stattfindet, indem die verwandelten Flüssigkeiten nur nach der freien Seite der absondernden Flächen abgestossen werden, und durch immer neue Absonderung in den Ausführungsgängen weiter rücken. In vielen Theilen kommen auf derselben Fläche Aufsaugung durch die Lymphgefässe, und zugleich Absonderungen durch absondernde Organe vor, wie auf den Schleimhäuten.

Da die Resorptionskraft der Lymphgefässe eine organische Eigenthümlichkeit derselben ist, so muss dieselbe auch unter gewissen Einflüssen, welche in die Organisation eingreifen, erhöht und vermindert werden. So scheint sie in der Entzündung vermindert, wie Autenrieth bemerkt, weil sich in diesem Fall oft eine dauernde ödematöse Geschwulst im Umfange des entzündeten Theils bildet. *Physiologie* 2. 224. Wie die Mittel, welche in dem Rufe stehen, die Resorption anzuregen, diess thun, ist noch zweifelhaft; es lässt sich deren Wirkung nur in einigen Fällen einsehen. Es giebt Stoffe, welche im Stande sind, die zwischen den Elementartheilen der Gewebe angehäuften überflüssigen Materien zu erweichen und aufzulösen, resolventia. Wie diess möglich ist, scheinen die organischen Flüssigkeiten schon zu zeigen, in welchen häufig der eine Stoff das Menstruum des andern ist, so dass z. B. Thierstoffe durch organische Bindung mit mineralischen Stoffen, z. B. mit Alkali, wie im Blutwasser, oder auch mit anderen organischen Stoffen in einem Zustande vollkommener Auflösung sind. So ist das Pikromel das Auflösungsmittel des zweiten Gallenbestandtheils, des Gallenstoffes. Die Anwendung der Resolventien in der Arzneikunde ist aber sehr beschränkt, weil viele Stoffe, die ausser dem Körper thierische Stoffe aufzulösen im Stande sind, auf lebende thierische Theile zerstörend wirken. Dass die Lymphgefässe nach dem Tode noch aufsaugen sollen, halte ich für ganz unerwiesen. Vergl. E. H. Weber *Anatomie* 3. 101.

2. *Veränderung der lymphatischen Flüssigkeiten durch die Lymphgefässe.*

Die von Capillargefässnetzen durchzogenen Wände der Lymphgefässe scheinen die Mischung des Chylus und der Lymphe zu verändern. Auf dieselbe Art wirken die Lymphdrüsen, welche nur als Apparate dienen, die Oberfläche der Einwirkung zu vergrössern, da sie bei den niederen Wirbelthieren durch blosse Plexus ersetzt werden, und in der That weiter ausgebildete Plexus sind. Der Chylus der Lymphgefässe des Gekröses ist nach Tie-

demann und Gmelin nicht gerinnbar, bis er die Lymphdrüsen durchgegangen ist. Die Lymphgefässe und Lymphdrüsen scheinen also durch die Einwirkung ihrer Wände das Eiweiss des Chylus zum Theil in Faserstoff umzuwandeln. In manchen Krankheiten ist diese Wirkung der Lymphgefässe auf die Mischung ihres Inhaltes verändert, oder sie leiden von der Einwirkung fehlerhaft gebildeter Säfte, wie in der Scrophelsucht.

Die Lymphgefässe haben eine eigenthümliche Empfindlichkeit gegen fremdartige Materien, sie werden durch die Resorption derselben schmerzhaft, zuweilen entzündet und angeschwollen, und lassen sich dann als rothe Streifen durch die Haut erkennen. Unter denselben Umständen schwellen die dem Resorptionspunkte nahe gelegenen Lymphdrüsen an, und werden auch schmerzhaft. In der Regel verschwindet die Anschwellung, wenn keine neue Materie mehr aufgesogen wird, zuweilen gehen die Drüsen in Entzündung und Eiterung über. So schwellen die Lymphdrüsen der Nähe nach Inoculation eines thierischen Giftes unter die Epidermis an, so nach der Application eines Blasenpflasters, nach dem Schlangenbiss, nach einem Schnitt oder Stich bei der Section eines fauligen Cadavers, nach der Inunction von Brechweinsteinsalbe, von Quecksilber in der Nähe eines Blutschwäres, eines entzündeten Theiles, indem sich Eiter bildet; so schwellen die Inguinaldrüsen an beim venerischen Harnröhren-Schleimflusse, und auch ohne diesen nach venerischer Infection der Genitalien. In dem Verhältniss, wie die oberflächlichen Drüsen zur Haut, scheinen die Mesenterialdrüsen zum Darm zu stehen, welche selbst bei der Entzündung und Verschwärung des Darms (im Typhus abdominalis) sich auch entzünden.

3. *Bewegung der Lymphe.*

Magendie erhielt bei einem gefütterten Hunde von mittlerer Grösse aus dem angeschnittenen Ductus thoracicus alle 5 Minuten ungefähr $\frac{1}{2}$ Unze Chylus. Die Ursachen seiner Bewegung sind unbekannt. Man weiss nicht, ob die Lymphgefässe und der Ductus thoracicus Lymphe und Chylus durch unmerkliche fortschreitende Zusammenziehungen forttreiben. Tiedemann und Gmelin sahen durch mechanische und chemische Reizmittel keine Zusammenziehungen an dem Ductus thoracicus entstehen, was früher Schreger (*de irritab. vas. lymph. Lips.* 1789.) gesehen haben wollte (ich sah diese Zusammenziehung nicht, als ich bei einer Ziege die galvanische Säule auf den Ductus thoracicus einwirken liess, und sah erst nach einiger Zeit einige ganz unbedeutende Einschnürungen). Doch beobachteten sie, dass der angestochene Brustgang seinen Inhalt in einem Strahle ausleert. Daher sie annehmen, dass die Lymphgefässe, ohne rhythmische Contraction zu besitzen, doch ihren Inhalt weiter fördern. Die Klappen müssten eine solche Bewegung, wenn sie wirklich existirt, erleichtern. Durch die Richtung derselben muss Lymphe und Chylus bei einigem äusseren Druck auf die Lymphgefässe durch die Muskeln ohnehin von selbst weiter rücken. Bei mikroskopischer Untersuchung der Lymphgefässe im Mesenterium von Ka-

ninchen, sahen Schwann und ich weder eine Bewegung der Wände der Lymphgefässe, noch eine Bewegung der Klappen, noch eine Spur von Wimpern im Innern der Gefässe. Die Bewegung der Lymphe selbst ist kürzlich von E. H. Weber bei Froschlarven im Schwanze beobachtet worden, wo die Lymphgefässe die Blutgefässe so umgaben, dass die Lymphkörnchen langsam an den Seiten der rasch strömenden Blutkörnchen zu fliessen scheinen, ohne dass man die vorhandene Zwischenwand wahrnehmen kann. Die Bewegung der Lymphkörnchen ist sehr ungleichförmig, bald mehr, bald weniger langsam. Zuweilen setzt sie aus. E. H. Weber in Muell. *Arch.* 1837. 267. Die Saugkraft des Herzens ist keinesfalls die erste Ursache der Bewegung der Lymphe; denn nach Autenrieth (*Physiol.* 2. 115.), Tiedemann und Carus (Meck. *Arch.* 4. 420.) wird der Ductus thoracicus auch unterhalb einer Ligatur von der vordringenden Lymphe bis zum Zerplatzen ausgedehnt.

Die Bewegung der Lymphe und des Chylus in den lymphatischen Gefässen hängt daher höchst wahrscheinlich grösstentheils von der fortdauernden Resorption in den Lymphgefässnetzen ab, gerade so wie das Aufsteigen der Frühlingssäfte in den Pflanzen nur von der beständigen Resorption in den Wurzeln abhängt.

Die von mir entdeckten Lymphherzen in der Classe der Amphibien müssen die Bewegung der Lymphe in hohem Grade fördern, sie bewirken den unmittelbaren Erguss der Lymphe der untern Theile des Körpers in die Vena ischiadica, der obern in einen Ast der Vena jugularis. Bei den Säugethieren und beim Menschen gelangen Chylus und Lymphe allein in die Schlüsselbeinvenen und namentlich der Chylus und grösste Theil der Lymphe durch den Ductus thoracicus in die Vena subclavia sinistra zum Venenblut, und sind in dem Blut der Vena cava sup. oft noch spurweise zu erkennen. Im Blut selbst werden sie während der Circulation auf die pag. 154. dargestellte Art zu vollkommenem Blut umgebildet. An dem Ductus thoracicus und an der Cisterna chyli, an den Lymphgefässen der Säugethiere überhaupt, und ausser den Lymphherzen an den Lymphgefässen der Amphibien habe ich nie eine Spur von Bewegung bemerken können.

Die Schnelligkeit der Lymphbewegung ist nach E. H. Weber's Beobachtungen an Froschlarven ohngefähr 10 = 20 Mal langsamer als die des Blutes. Man kann sich auch eine ungefähre Vorstellung von der Art der Bewegung machen aus der ziemlich kurzen Zeit, in welcher die mit Chylus gefüllten Lymphgefässe des Mesenteriums bei eröffneten Thieren unscheinbar werden und aus der Menge der aus dem Ductus thoracicus ausfliessenden Flüssigkeit. In Magendie's Versuch bei einem Hunde mittlerer Grösse floss in 5 Min. $\frac{1}{2}$ Unze Chylus aus dem angeschnittenen Ductus thorac., in dem Versuch von Collard de Martigny 9 Gran Lymphe in 10 Min. aus dem Ductus thorac. eines seit 24 Stunden hungernden Kaninchens. Nachdem Collard

die Lymphe in dem Lymphgefässstämmchen des Halses eines Hundes durch Compression fortgeschafft hatte, füllte es sich von neuem in 7 Min. und in einem zweiten Versuch in 8 Min. *Journ. d. physiol. T.* 8. Bei der oben angeführten Beobachtung von der Lymphe des Menschen füllten sich die Lymphgefässe des Fussrückens und der grossen Zehe innerhalb einer $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Stunde so, dass man in einem Uhrglase ziemlich viel sammeln konnte. Bei den Fröschen ist die Menge der Lymphe ausserordentlich gross, bei ihren ansehnlichen Lymphräumen. Nimmt man die Capacität eines jeden ihrer 4 Lymphherzen zu 1 Cub. Linie an (die vorderen sind kleiner, die hinteren grösser), so treiben die 4 Lymphherzen in einer Minute 60 Mal 4 = 240 Cubiklinien Lymphe in die Venen, wenn die Lymphherzen sich ganz entleeren. Allein sie entleeren nur einen Theil ihres Inhalts bei jeder Zusammenziehung.

Der

speciellen Physiologie

Zweites Buch.

Von den organisch-chemischen Veränderungen in den Säften und den organisirten Theilen.

I. Abschnitt. Vom Athmen.

I. Von dem Athmen im Allgemeinen.
II. Organologie der Athemwerkzeuge.
III. Von dem Athmen des Menschen und der Thiere.
IV. Von den Veränderungen des Bluts durch das Athmen.
V. Von dem chemischen Process des Athmens.
VI. Von den Athembewegungen und Athemnerven.

II. Abschnitt. Von der Ernährung, vom Wachsthum und von der Wiedererzeugung.

I. Von der Ernährung.
II. Von dem Wachsthum.
III. Von der Wiedererzeugung.

III. Abschnitt. Von der Absonderung.

I. Von den Absonderungen im Allgemeinen.
II. Von dem innern Bau der Drüsen.
III. Von dem Secretionsprocess.

IV. Abschnitt. Von der Verdauung, Chylification und Ausscheidung der zersetzten Stoffe.

I. Von der Verdauung im Allgemeinen.
II. Von den Verdauungsorganen.
III. Von den Bewegungen des Darmkanals.
IV. Von den Verdauungssäften.
V. Von den Veränderungen der Speisen im Darmkanal.
VI. Von der Chylification.
VII. Von der Function der Milz, der Nebennieren, der Schilddrüse und der Thymusdrüse.
VIII. Von der Ausscheidung der zersetzten Stoffe.

Der speciellen Physiologie

Zweites Buch.

Von den organisch-chemischen Veränderungen in den organischen Säften und den organisirten Theilen.

Wenn die Elemente, welche ausser dem Organismus sich durch ihre eigene Affinität binär verbinden, im Organismus durch eine der binären Verbindung widerstrebende Kraft zu ternären oder quaternären Verbindungen vereinigt werden, so ist es gewiss, dass diese Affinität von einer eigenthümlichen, in der unorganischen Natur nicht erkennbaren Kraft oder der Mitwirkung einer unbekannten imponderabeln Materie bedingt wird, von demselben Princip wahrscheinlich, welches die zweckmässige Erzeugung und Erhaltung aller Organe des Ganzen einleitet. Es wäre eine ganz unerwiesene Hypothese, wenn man der Electricität die Aufgabe ertheilen wollte, alle organischen Verbindungen zu erzeugen. Ehe die Eigenschaften jener Kraft bekannt sind, kann man sie als eine zwar gewisse, aber nicht näher zu bezeichnende Grösse, als Lebensprincip oder *organisirende Kraft* anerkennen. Das Gesetz, nach welchem die von diesem Princip belebten Theile auf andere Stoffe wirken, ist das der Assimilation. Wir haben nun das Eigenthümliche derselben auseinander zu setzen.

Man kann die im Organismus erfolgenden Umwandlungen der Stoffe in rein chemische und organisch-chemische eintheilen.

Rein chemische Umwandlungen erfolgen nach den Gesetzen der Wahlverwandtschaft der Stoffe, wie sie sich bei den binären Verbindungen äussern, in dem Maass, als die organisirende Kraft an Einfluss auf die Gebilde verliert, oder unfähig wird, der Gewalt der chemischen Affinität zu binären Verbindungen das Gleichgewicht zu halten.

Concentrirte Säuren und Alkalien binden sich mit den Stoffen der lebenden Thierkörper, und erzeugen neue Körper mit Zersetzung der thierischen Materie. Im verdünnten Zustand dienen

die Salzsäure und Essigsäure im Magensafte selbst zum Theil zur Auflösung der Speisen. Die Metallsalze verbinden sich grösstentheils leicht mit thierischen Stoffen und selbst nach verschiedenen Verhältnissen. Siehe Mitscherlich in Muell. *Arch.* 1836. 1837. Solche rein chemische Verhältnisse finden häufig selbst in der Therapie ihre Anwendung. Die Eigenschaft des Eiweisses, den aufgelösten Sublimat niederzuschlagen und sich mit ihm zu einem unlöslichen Stoff zu verbinden, veranlasste Orfila zu der glücklichen Idee, das Albumen als Gegengift zu versuchen. Huenefeld *physiol. Chemie.* 1. 65. 89. Ein Gegengift muss, wie Huenefeld bemerkt, eine starke chemische Affinität zu dem Gift, aber geringe chemische Affinität zum thierischen Körper haben, damit es fähig sey, das Gift bis in das Innere des Körpers auf unschädliche Art zu verfolgen. Der Schwefel neutralisirt den Arsenik und macht ihn, indem er eine unlösliche Verbindung verursacht, weniger schädlich. Aus diesem Grunde sind auch beim Gebrauche von Quecksilbermitteln gegen Syphilis solche Präparate, welche Schwefel enthalten, unwirksam. Huenefeld *l. c.* 1. 66. Schwefelsaure auflösliche Salze sind Gegenmittel gegen Baryt und Bleisalzvergiftung, weil Baryt und Bleioxyd mit Schwefelsäure sich zu unlöslichen Verbindungen vereinigen. *Ebend.* 67. Magnesia stumpft die Magensäure ab. Kohlensaure Alkalien werden mit Erfolg gegen harnsaure Sedimente und Steinbildung im Harn gegeben, weil die Harnsäure dabei aufgelöst und der Harn alkalisch wird. Aus demselben Grunde wirken pflanzensaure Alkalien vortheilhaft, weil sie im thierischen Körper in kohlensaure Alkalien umgewandelt werden oder als solche in den Harn übergehen. In den Geschwüren des Hospitalbrandes und in Krebsgeschwüren hat man mit Erfolg Salpetersäure, Chlor, chlorigsaure Salze angewandt, in Beziehung auf die Bildung von Schwefelwasserstoff, Ammoniak und Hydrothion-Ammoniak in diesen Geschwüren. Aus demselben Gesichtspunkte lässt sich die Anwendung der Mineralsäuren im Faulfieber bei herrschender Tendenz zur Alkalität betrachten. Huenefeld *l. c.* 72. Die Rubia tinctorum hat eine grosse Anziehung zur phorphorsauren Kalkerde, und äussert diese selbst noch im Organismus, indem sie eingenommen nur die Knochen roth färbt. Endlich werden vielerlei fremdartige Stoffe in den Kreislauf aufgenommen, sie verwandeln sich zum Theil und werden verändert oder unverändert ausgeschieden.

2. In anderen Fällen wirken Stoffe, besonders zersetzte Thierstoffe, die in kranken Thierkörpern erzeugt worden, auf eine dem chemischen Fermentationsprocess analoge Art auf lebende Thiere ein. Die Contagien verursachen die Erzeugung ähnlicher Zersetzung und Mischungen in anderen lebenden Wesen.

3. Chemische Verbindungen und die Elemente können aber auch, indem sie fehlende Bildungstheile zur Erzeugung neuer organischer Verbindungen liefern, statt diese zu zersetzen, sie vielmehr befördern, und die Wirkungen der organischen Kraft unterhalten. So ist ein gewisser Antheil mineralischer Stoffe in den

Nahrungsmitteln nothwendig. Die Veränderung des Blutes beim Athmen ist eine organische Umwandlung, wobei eine binäre durch das Athmen erzeugte Verbindung ausgeschieden wird.

4. Die organischen Stoffe selbst können dagegen wieder, indem sie auf einander wirken, gegenseitige Zersetzungen bedingen, welche noch ausser den Wirkungen der organisirenden Kraft erfolgen. Speichel wandelt nach Leuchs und Schwann gekochte Stärke in Zucker um (Poggend. *Ann.* 1831. 5. Mueller's *Archiv* 1836. 138.), und Stärkemehl wird im Magen der Thiere in Stärkegummi und Zucker umgewandelt, wie Tiedemann und Gmelin zeigen. Fibrin oder Muskelfleisch sollen wässerige Zuckerlösung wie Hefe in Gährung setzen, während J. Davy mittelst Rindfleisch auf diese Art in 3—4 Tagen keinen Alkohol, sondern Gummi erhielt. Kastn. *Arch.* 1831. 396. Das von den Magenwänden abgesonderte organische Verdauungsprincip, Pepsin, löst auch ausser dem thierischen Körper geronnenes Eiweiss und Faserstoff leicht auf, und wandelt ihre Zusammensetzung so um, dass sie ganz andere chemische Eigenschaften annehmen. Im Organismus selbst ist die Wirkung organischer Flüssigkeiten auf einander noch durch das Lebensprincip verändert. Die Wirkungen des Speichels, der Galle bei der Verdauung lassen sich nicht aus ihrer Wirkung auf organische Verbindungen ausser dem Organismus ermitteln.

5. Die organische Assimilation zeigt sich zunächst in der Abänderung der Mischung organischer Flüssigkeiten durch Wechselwirkung mit den von dem Lebensprincip beseelten Wänden der organisirten Theile. So verändert sich die Mischung des im Darmkanal aufgesogenen Chylus im lymphatischen System, und er enthält mehr Faserstoff, wenn er durch mehr Lymphdrüsen durchgegangen ist. Diese Drüsen, welche den Vögeln, Amphibien, Fischen fehlen, sind nur Apparate, um die Einwirkung der organischen Oberflächen auf den Chylus zu vergrössern. In den Absonderungen ist dasselbe Phänomen modificirt, indem die von den organisirten Theilen verwandelten Bestandtheile des Blutes abgestossen werden.

6. Endlich zeigt sich die Assimilation noch merkwürdiger in der Umwandlung der organischen Flüssigkeiten zu Bildungstheilen der Organe selbst, indem das Blut in den Capillargefässen mit den kleineren Partikeln der Nerven, Muskeln, Schleimhäute, Drüsen etc. in Berührung kommt, jedes Organ die Bestandtheile des Blutes assimilirt, ihre Mischung hierzu verändert, sich durch Aneignung derselben vergrössert, aber ihnen auch die Fähigkeit ertheilt, selbst wieder zu beleben und zu organisiren. Wunderbar, dass sich die organisirende Kraft so lange erhält, indem sie sich über mehr Masse ausdehnt. Das Urphänomen dieser Assimilation zeigt sich vor der Entstehung der Gefässe und des Blutes an der Keimscheibe des Eies (Blastoderma), indem diese sich am Rande auf Kosten der Dotterflüssigkeit zur Keimhaut vergrössert. Das Eiweis des Dotters erleidet allmählig eine chemische Umwandlung seiner Zusammensetzung, und verliert zuletzt seine Gerinnbarkeit in der Wärme. Wenn einmal Gefässe gebildet

sind, so geschieht das Wachsthum durch Vergrösserung der Partikeln zwischen den Capillargefässen und durch Entstehung neuer Gefässe. Sind in einem organisirten Theil oder belebten Stoff (a, b, c, d) die Elemente, die in jedem organischen Molecule in bestimmtem Verhältnisse verbunden sind, so bedingt die organisirende Kraft des belebten Theiles nicht allein die Bindung von a, b, c, d zu Bildungstheilchen, sondern auch die Vereinigung der letzteren zu organischen Productionen, und zwingt die organischen Fluida, ihre Zusammensetzung auch zu der Verbindung (a, b, c, d), d. h. zu Atomen dieser Zusammensetzung zu ändern und diese Atome, sich mit dem assimilirenden Organ zu verbinden. Wenn hier von Atomen geredet wird, so sind darunter nicht organische Kügelchen verstanden, sondern jene unsichtbaren Atome, wie sie in der Chemie als kleinste Theilchen einer Verbindung supponirt werden. Die Erzeugung der organischen Erscheinungen, der Muskelbewegungen etc., befördert beständig die Zersetzung einer gewissen Quantität Materie, die durch die Nahrungsstoffe wieder zugeführt wird, und so unpassend in anderer Hinsicht der Vergleich ist, so gleicht die thierische Maschine doch hierin jeder andern Maschine, die mit Zersetzung einer Materie ihre Kräfte producirt, und wie die Dampfmaschine eine gewisse Menge neuer zersetzbarer Stoffe zu ihrem Gange erfordert. Das Wunderbare bei der Assimilation ist nun, dass der Organismus, indem er zersetzte Bestandtheile seiner selbst auswirft, und organische Kraft in neuer Materie zur Erscheinung bringt, durch die Ausscheidung der zersetzten Bestandtheile seiner selbst nicht sobald an organischer Kraft verliert; daher es fast scheint, dass entweder das organisirende Princip die zersetzten Bestandtheile verlässt und sich mit neuer Materie bindet, oder dass die Nahrungsstoffe selbst eine Quelle zur Vermehrung der organischen Kraft sind, während diese auf der andern Seite durch Zersetzung von früheren Bestandtheilen des Thierkörpers unwirksam wird. Vergl. pag. 39.

Das erste allgemeine Gesetz der verschiedenen Productionen scheint allerdings, wie Autenrieth bemerkt, das Gesetz der Anziehung ähnlicher Theile unter sich zu seyn. Aber die Theilchen der belebten Organe haben schon eine grosse Anziehung zu sich selbst, sie verlassen ihre Verbindung nicht, um sich mit Theilchen des ernährenden Fluidi zu vereinigen, sie ziehen die analogen Theilchen des Blutes an, nur das Blut scheint hierbei vorzugsweise eine Trennung seiner Elemente zu erfahren. Ich kann diese Bemerkungen nicht besser als mit einigen Worten von Autenrieth schliessen. Der Knochen sondert nur Knochenerde, der Muskel Faserstoff und Cruor ab, es vermehrt sich auch ein widernatürlich entstandener Scirrhus, ein Steatom immer mehr auf gleiche Art. Die Vermehrung durch Anziehung des Aehnlichen findet nicht bloss in den chemischen Bestandtheilen eines Organes statt. Auch in seinen Bildungsgesetzen findet sich etwas Aehnliches. Ein polypöser Auswuchs der Mutterscheide, der innern Nasenhaut entfernt sich weniger durch seine chemische Mischung

als durch seine Organisation von den ihn umgebenden gesunden Theilen. Einmal entstanden aber wächst er bis auf einen gewissen Grad immer auf eine ähnliche Art fort. Eine Narbe wird, ungeachtet sie eine von der ursprünglichen Organisation der Haut abweichende Structur besitzt, doch immer wieder auf eine ähnliche Art ernährt; sie wächst selbst mit dem übrigen Körper. AUTENRIETH *Physiol.* 2. 181.

I. Abschnitt. Vom Athmen.

I. Capitel. Vom Athmen im Allgemeinen.

Der wesentliche athembare Bestandtheil der Atmosphäre ist der Sauerstoff derselben, den sie im Verhältniss von 21 Th. Sauerstoffgas auf 79 Theile Stickstoffgas enthält. Der Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft ist in der Regel äusserst gering. 10000 Volumtheile atmosphärischer Luft enthalten nach DE SAUSSURE 4,15 Kohlensäuregas. Auf dem Lande war das Maximum 5,74, das Minimum 3,15. In der Stadt Genf war der Kohlensäuregehalt der Luft um 0,31 Th. auf 10000 Th. Luft vermehrt. BERZELIUS *Jahrb.*, *übers.* v. WOEHLER 11. 64. Hierzu kommen örtliche Verunreinigungen, wie eine die Silberauflösung bei Einwirkung des Lichtes röthende organische Materie, die sich auch im Regenwasser findet. GMELIN's *Chemie* 1. 442. In der Luft, in welcher Menschen und Thiere athmen, vermindert sich der Gehalt an Sauerstoff, an dessen Stelle fast eben so viel Kohlensäure tritt. Beim Athmen in reinem Sauerstoffgas wird die Luft eben so verändert. Ohne das Athmen für eine Verbrennung zu erklären, kann man doch die Aehnlichkeit zwischen den Veränderungen der Luft durch das Athmen und das Verbrennen nicht verkennen. Hier wie dort scheint das Stickgas indifferent zu seyn, und nur den Process durch seine Beimengung zu mässigen.

Bei der Betrachtung der Gasarten, in Beziehung auf das Athmen und die Athemorgane, muss man wohl unterscheiden, dass eine Gasart den belebenden Process im Athmen nicht unterhalten kann, ohne dass sie deswegen gerade giftig ist. Stickgas und Wasserstoffgas scheinen für das Athmen indifferent, sie unterhalten rein geathmet das Leben nicht, eben weil Sauerstoffgas fehlt, und sind daher, der zum Athmen nöthigen Menge Sauerstoffgas bei-

gemengt, unschädlich. Andere Gase sind nicht indifferent, sondern wegen der Affinität zu thierischen Stoffen geradezu giftig. Dann muss man unterscheiden, dass manches Gas in die Athemorgane eingeführt werden kann und doch giftig ist, dass es aber gewisse Gase giebt, die nicht einmal in grösserer Menge in die Athemorgane eingeführt werden können, weil sie krampfhafte Zusammenziehungen der Respirationsorgane, vorzüglich Verschliessung der Stimmritze bedingen.

I. Gase, welche den chemischen Process des Athmens unterhalten.

1. Dauernd und ohne Nachtheil für das Leben: Die atmosphärische Luft. 2. Eine Zeitlang, aber nicht dauernd: Sauerstoffgas und Stickstoffoxydulgas. Beim Athmen in Sauerstoffgas soll das Blut selbst in den Venen hellroth werden. Es soll zuletzt zerstörend wirken. Dagegen haben Allen und Pepys beim Menschen keine Beschwerden, und bei einer Taube nur Unruhe, nach dem Versuch aber Erholung bemerkt. Lavoisier und Seguin sahen bei Meerschweinchen, die 24 Stunden in Sauerstoffgas athmeten, keine Beschwerde. Allen und Pepys fanden beim Athmen in Sauerstoffgas mehr Kohlensäure als beim Athmen in atmosphärischer Luft gebildet. Dagegen wollten sie bei einer Taube weniger Kohlensäurebildung als in atmosphärischer Luft gefunden haben. Schwindsüchtige befinden sich beim Athmen in Sauerstoffgas schlechter.

Stickstoffoxydulgas unterhält zwar das Leben eine kurze Zeit, wirkt aber doch schnell berauschend und betäubend, wobei Exaltation, subjective Sinneserscheinungen, Verwirrung des Geistes, und zuletzt Ohnmacht eintreten. H. Davy *Untersuchungen über das oxydirte Stickgas. Lemgo.* 1814. Ein Theil des Gases wird beim Athmen dieser Gasart im Blut aufgelöst, welches purpurroth wird, die Farbe des Gesichtes, der Lippen, wird wie die eines Todten. Es entwickelt sich aus den Lungen Stickgas und kaum etwas Kohlensäuregas.

II. Gase, welche zwar inspirabel sind, aber nicht den chemischen Process des Athmens unterhalten.

1. Gase, die keinen positiven giftigen Einfluss ausüben, sondern nur aus Mangel der Gasart, die allein das Leben unterhält, tödten: Stickgas und Wasserstoffgas. Nach Lavoisier's und Seguin's Versuchen athmen Meerschweinchen in einem Gemenge von gleichviel Sauerstoffgas und Wasserstoffgas ohne besondere Beschwerde, indem sie eben so viel Sauerstoffgas verzehren, wie in einem Gemenge von gleichviel Sauerstoffgas und Stickgas, und kein Wasserstoffgas absorbiren. Beim Athmen von Wasserstoffgas wird nach Allen und Pepys Stickgas aus dem Blut ausgehaucht. Nach Allen, Pepys und Wetterstedt (Berzel. *Thierchem.* 101.) macht Wasserstoffgas schläfrig. Frösche, die ich in unreinem Wasserstoffgas, wie es eben aus Zink und verdünnter Schwefelsäure bereitet wird, athmen liess, wurden schon nach einigen Stunden wie scheintodt; als ich aber das Wasserstoffgas zu solchem Zweck reinigte und von dem stinkenden Oel vermittelst Hindurchleiten durch Weingeist befreite, lebte ein Frosch darin

über 12 Stunden; indem er noch von Zeit zu Zeit athmete; nach 22 Stunden war er scheintodt, bewegte sich aber noch etwas, als er herausgenommen gekniffen wurde. In anderen Fällen lebten die Frösche selbst in gereinigtem Wasserstoffgas nur 3—4 Stunden.

2. Giftige Gasarten. Kohlenwasserstoffgas, Phosphorwasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas, Arsenikwasserstoffgas, Kohlenoxydgas, Cyangas? Atmosphärische Luft, die $\frac{1}{1500}$ Schwefelwasserstoffgas enthält, tödtet nach Thenard einen Vogel, $\frac{1}{800}$ einen Hund, $\frac{1}{250}$ ein Pferd. Hieher gehört wohl auch die Kohlensäure; denn sie bewirkt keinen Husten, wenn sie auch in grosser Menge eingeathmet wird. Sie narkotisirt und macht scheintodt ohne Erstickungszufälle. Atmosphärische mit mehr als 10 P. C. Kohlensäuregas tödtet bald. Diese giftigen Gasarten tödten auch, wenn sie in kleinen Quantitäten ins Blut injicirt werden. Nysten. Vergl. pag. 148.

III. Gase, welche in grösserer Menge gar nicht einmal inspirirt werden können, indem sie eine krampfhafte Verschliessung der Stimmritze bewirken. In kleinerer Quantität erregen sie Husten.

Alle sauren Gasarten, (mit Ausnahme der Kohlensäure, welche nicht erstickend, sondern vergiftend tödtet), ferner Chlor-, Stickstoffoxyd-, Fluorboron-, Fluorsilicium-, Ammoniakgas. Berzel. *Thierch.* 103. Gmelin *Chem.* 4. 1527. Flüssigkeit, Wasser reizt wie feste Körper auch zu kramphhafter Verschliessung der Stimmritze bis zum Ersticken, sehr wenig dagegen, wenn etwas Flüssigkeit einmal in den Lungen ist, und man kann durch eine Oeffnung der Luftröhre ziemlich viel Wasser einspritzen. Der Tod erfolgt im ersten Fall durch die Verschliessung der Stimmritze, welche bei einem Loch in der Luftröhre ganz unschädlich ist.

Die Thiere, welche im Wasser leben, athmen zum Theil atmosphärische Luft an der Oberfläche des Wassers, wie die Amphibien und Wassersäugethiere, durch Lungen, zum Theil athmen sie das Wasser selbst, oder vielmehr die im Wasser aufgelöste Luft, wie die Fische durch Kiemen. Das Wasser der Seen, Flüsse und des Meeres enthält nämlich auch atmosphärische Luft oder vielmehr Sauerstoffgas und Stickgas in bestimmten Proportionen aufgelöst, welche es aus der Atmosphäre absorbirt. v. Humboldt und Provençal entwickelten durch Kochen aus Seinewasser 0,0264—0,0287 Theile seines Volumens Luft. Diese enthielt 0,306 bis 0,314 Theile Sauerstoffgas und 0,06 bis 0,11 Theile kohlensaures Gas. Man darf sich also nicht vorstellen, dass das Wasser selbst eine Veränderung durch das Athmen erleide, nur die darin aufgelöste Luft wird verändert, Sauerstoff daraus absorbirt, und Kohlensäure ausgeschieden. Fische athmen im Wasser, welches mit Sauerstoffgas und Wasserstoffgas imprägnirt ist, nur das erstere, das Wasserstoffgas, bleibt unverändert. In ausgekochtem Wasser sterben die Fische wegen Mangel an Sauerstoffgas schnell, innerhalb 4 Stunden, wobei sie ihre Athembewegungen fortsetzen. Priestley sah Fische in luftfreiem, mit Stickoxydgas (Salpetergas) imprägnirtem Wasser 10—15 Min. leben, als aber die geringste Menge atmosphärischer Luft hinzukam, starben sie unter Krämpfen.

Der chemische Process des Athmens ist nicht wesentlich von den Athmenbewegungen abhängig; diese dienen nur zur Ventilation, d. h. das während dem beständigen chemischen Process zwischen Luft oder Wasser und Blut veränderte Medium, Luft oder Wasser, auszutreiben und frische Luft oder Wasser in den Apparat des chemischen Processes zu bringen. Die Lungen bieten durch ihre innere Oberfläche eine ungeheure Fläche zur Wechselwirkung zwischen Blut und Luft dar, diese Wechselwirkung ist beständig, weil die Lungen auch beim Ausathmen nicht von Luft leer werden. Die Verengerung und Erweiterung des Brustkastens, dem die anliegenden Lungen folgen, werfen einen Theil der Producte aus dem Reservoir der Lungen von Zeit zu Zeit aus, und führen das neue Material zur neuen Production in das Reservoir der Lungen. Die Fische nehmen das frische Wasser durch den Mund auf und treiben einen Theil darauf zwischen den Kiemen heraus, wobei sie die Kiemendeckel öffnen und schliessen.

Die menschliche Lunge enthält nach H. Davy nach möglichst starkem Ausathmen noch 35, nach gewöhnlichem Ausathmen 108 Cubikzoll Luft; nach Davy werden gewöhnlich 10—13 C. Z. ein- und ausgeathmet. Herbst (Meck. *Arch.* 1828.) fand, das grössere Erwachsene bei ruhigem Einathmen 20—25 C. Z., kleinere 16—18 C. Z. ein- und ausathmen.

Das Athembedürfniss ist sehr verschieden, am grössten bei den Wirbelthieren, und unter diesen bei den warmblütigen. Die warmblütigen Thiere sterben in der Luftpumpe schon innerhalb einer Minute, Vögel in 30 — 40 Secunden. Amphibien dagegen leben ziemlich lange im luftleeren Raume und irrespirabeln Gasarten, eine Schildkröte starb unter Oel in Carradori's Versuchen (*ann. d. chim. et d. phys.* 5. 94.) erst in 24 — 36 Stunden. Frösche sterben unter Oel in weniger als 1 Stunde, unter lufthaltigem Wasser leben sie (durch Athmen mit der Haut) lange; nach Edwards lebten Kröten in der Seine in verschlossenen Körben, Tage lang, in luftlosem Wasser nach Spallanzani und Edwards einige Stunden. Edwards, Meck. *Arch.* 5. 141. Nach meinen Versuchen lebten Frösche mit unterbundenen und ausgeschnittenen Lungen circa 30 Stunden, wahrscheinlich durch Athmen mit der Haut. Ein Frosch zeigte einmal in den vorher erwähnten Versuchen in *reinem* Wasserstoffgas noch nach 12 Stunden deutliche Lebenszeichen und athmete von Zeit zu Zeit, und war selbst nach 22 Stunden nur scheintodt.

Nach v. Humboldt's und Provençal's Versuchen lebten Goldfische in ausgekochtem Wasser 1 Stunde 40 Min.; nach ihren Versuchen sterben Fische in wässeriger Kohlensäure und kohlensaurem Gas in wenigen Minuten, während sie in Stickgas und Wasserstoffgas, worin sie ihre Kiemendeckel schliessen, erst in 5 Stunden sterben. Die Insecten sterben in Oel nach Carradori sogleich, auch schnell nach Treviranus, wenn man ihre Luftlöcher mit Oel bestreicht. Dagegen lebten Blaps- und Tenebrio-Arten in Biot's Versuchen unter der Luftpumpe in verdünnter Luft von 1—2 Millimeter Spannung 8 Tage. Bremsenlarven lebten nach den Versuchen von Schroeder v. d. Kolk lange in ir-

respirabeln Gasarten. Die Larven einiger Insecten leben in faulenden Theilen von Pflanzen und Thieren und scheinen wenig freies Sauerstoffgas zu bedürfen, obgleich man kein Insect kennt, welches nicht ein Luftröhrensystem und also Luft im Innern enthielte. Berzelius sah Larven im Quellwasser leben, das kohlensaures Eisenoxydul und etwas Schwefelwasserstoffgas enthielt. Blutegel scheinen lange ohne Wassererneuerung zu leben. Holothurien starben in Tiedemann's Versuchen im Seewasser, das nicht erneuert wurde, in einem Tage. Die Eingeweidewürmer scheinen durch ihren Aufenthalt in belebten Wesen das Athmen nicht zu bedürfen. Aber überhaupt scheint das Athmen zum Leben der niedersten Thiere nicht wesentlich nothwendig zu seyn. Ueber das Athmen im Winterschlaf, siehe oben pag. 78., über das Athmen der Thiereier unten Cap. 3. Die vorzüglichsten Arbeiten über das Athmen sind: Goodwyn *on the connexion of life with respiration. London* 1788. Lavoisier et Seguin *Ann. d. Chim.* 91. 318. Menzie's *tentamen physiol. de resp. Edinb.* 1790. Crell *Ann.* 1794. 2. 33. H. Davy, Gilb. *Ann.* 19. 298. Pfaff, in Gehler *J. de Chem.* 5. 103. Provençal et Humboldt, Schweigg. *J.* 1. 86. Edwards *Ann. de Chim. et de Phys.* 22. 35. Dulong, Schweigg. *J.* 38. 505. Despretz *Ann. d. Chim. et de Phys.* 26. 337. Spallanzani *mém. sur la respiration. Genève* 1803. Hausmann *de anim. exsang. resp. Hannov.* 1803. Sorg *de resp. insect. et verm. Rudolst.* 1805. Nitzsch, *de resp. animalium. Viteb.* 1808. Nasse, Meck. *Arch.* 2. 195. 435. Treviranus, *Zeitsch. für Physiol.* 4. 1.

II. Capitel. Organologie der Athemwerkzeuge.

Viele der niedersten Thiere scheinen mit der ganzen Haut zu athmen. Das Athemorgan entsteht, indem ein zur chemischen Veränderung der Luft oder des lufthaltigen Wassers bestimmter Theil der Haut sich in einem kleinen Raume zu einer grossen Oberfläche, welche den Contact zu vermehren bestimmt ist, vergrössert. Diese Vergrösserung der die Luft zersetzenden Oberfläche geschieht entweder nach innen in den *Lungen* als sackförmige oder verzweigte Höhlungen, oder durch Vermehrung der Oberfläche nach aussen, in der Kieme in Form von Blättern, Zweigen, Kämmen, Quasten, Wimpern, federförmigen Auswüchsen, Formen, die so mannigfaltig sind, dass die Natur hierin gleichsam die Aufgabe gelöst zu haben scheint, die denkbaren Formen der Flächenvermehrung nach aussen durch vorspringende Bildungen zu realisiren. Diese Art des Respirationsorganes nennt man *Kieme.* Die dritte Art der Respirationsorgane ist durch Contactsvermehrung der thierischen Theile und der Luft in einem durch alle Organe verzweigten Luftröhrensystem gegeben, welches sich mit den feinsten Zweigen bis in die kleinsten Theile aller Organe verbreitet. Diess ist das Tracheensystem der Insekten und Tracheenspinnen. Die Lungen athmen gemeiniglich nur Luft, doch giebt es Ausnahmen, wie z. B. das Respirationsorgan der Holothu-

rien, welches einen hohlen Baum mit hohlen Endzweigelchen vorstellt, der von seiner innern Fläche aus athmet, indem er das Wasser aufnimmt, das von Zeit zu Zeit ausgetrieben wird. Die Kiemen athmen meistens Wasser, aber zuweilen auch Luft, wie die Kiemen der auf dem Lande lebenden Crustaceen, der Landasseln. Lungen und Kiemen, in ihren extremen Formen durchaus verschieden, nähern sich doch oft so sehr, dass es schwer ist, zu bestimmen, ob etwas Lunge oder Kieme ist. Nicht allein dass die Kiemen der Cyclostomen, der Haien und der Rochen in den Wänden von Kiemensäcken angebracht sind, dass die Kieme der Ascidien unter den Mollusken ein Kiemensack ist; in dem Athemorgan der Lungenspinnen ist die Vermischung der Charaktere noch grösser. Diese Organe haben die Charaktere der Lungen und Kiemen zu gleicher Zeit, und wurden vielleicht mit eben so viel Recht oder Unrecht von Treviranus Kiemen, als von mir Lungen genannt. Diess sind Säckchen, welche beim Aufblasen durch ihr Luftloch fächerförmige blinde Vorsprünge am Rande des Säckchens zeigen, wie ich beim Scorpion gezeigt habe, während das Innere der Säckchen zugleich durch eine Anzahl zarter Scheidewände in innere Fächerchen abgetheilt ist. Diese Organe athmen Luft. Das Tracheensystem der Insecten athmet meist Luft durch Luftlöcher ein; allein einige derjenigen Insekten, die im Wasser leben, athmen die im Wasser aufgelöste Luft durch kiemenförmige Anfänge des Tracheensystems, so dass sie die im Wasser aufgelöste Luft durch diese Tracheenkiemen in gasförmige Luft verwandeln, die dann in ihrem Luftröhrensysteme weiter verbreitet wird.

Bei den Infusorien scheinen die einzigen Athemorgane die zarten, nur bei den stärksten Vergrösserungen sichtbaren Wimpern zu seyn, womit viele theilweise oder ganz besetzt sind. Bei den Polypen scheint die ganze Körperoberfläche dem Athemprocess zu dienen. Bei einigen, wie den Alcyonellen, scheinen ihre Büschel zugleich Kiemen zu seyn. Unter den Echinodermen bildet das Athemorgan bei den Holothurien ein hohles Strauchwerk oder Bäumchen mit Endzellchen, welches das Wasser durch den Stamm aufnimmt, und von der innern Oberfläche des Organes aus athmet. Bei den Seesternen sind die Respirationsorgane nach Tiedemann weiche Röhrchen auf der Haut des Thiers, in welche das Wasser eindringen kann. Tiedemann *Anatomie d. Röhrenholothurie etc.* Bei den Anneliden sind die Athemorgane theils freie büschelförmige Kiemen, in Form von Zweigelchen wie in den Arenicolen, und ähnliche Organe an den Füssen der Nereiden, bald Athembläschen, die unter der Haut verborgen liegen, und wovon jedes durch eine Oeffnung nach aussen führt, wie bei den Lumbricinen, Naiden, Hirudineen; ich habe indess einmal bemerkt, dass die eigentlichen Athembläschen der Hirudo med. eine tropfbarflüssige Absonderung, etwas weniges weissliche Materie enthielten.

Die Mollusken athmen theils durch Kiemen Wasser, theils durch Lungen Luft. Im ersten Fall sind z. B. die Cephalopoden, ein Theil der Gasteropoden, die Acephalen, im zweiten Fall be-

findet sich ein Theil der Gasteropoden, wie z. B. die Helicinen und Limacinen. Die Kiemen stellen Falten oder Blätter dar, die parallel nebeneinander verbunden sind, oder von einem Schafte ausgehen, wie bei den Sepien, oder verzweigt sind, wie bei den Doris, wo sie um den After stehen. Bei den zweischaligen Muscheln sind jederseits 2 in der Länge des Thieres verlaufende doppelwandige Blätter, zwischen deren Lamellen zugleich die Eier gelangen können, um sich zu entwickeln. Siehe v. Baer, Meck. *Archiv* 1830. Bei den Ascidien bilden die Kiemen eine sackförmige Vorhalle des Darmschlauches, wo die innere Haut gitterförmige Vorsprünge bildet. Die luftathmenden Gasteropoden leben theils im Wasser, wie z. B. die Süsswasserschnecken, und athmen Luft an der Oberfläche des Wassers, wie die Limnäen u. a., theils leben sie auf dem Lande, wie die Limacinen und Helicinen. Das Athemorgan ist eine sackförmige Lunge, deren Athemloch sich rhythmisch öffnet und schliesst.

Bei den Crustaceen sind die Kiemen entweder wasserathmend, wie bei den meisten, sie sind dann theils federförmig vereinigte Blätter, wie bei den Brachiuren, theils Büschel von Fäden ausschickende Fortsätze, wie bei den Macruren, theils einfache Blätter, wie bei den Wasserasseln. Die luftathmenden Kiemen der Landasseln stellen auch einfache hohle Blätter dar. Bei mehreren Crustaceen sind die Kiemen mehr blasenartig, wie bei den Amphipoden. Die Kiemen der Crustaceen sind entweder mit den Füssen verbunden oder mit der Unterseite des Bauches.

Die Spinnen zerfallen in Lungenspinnen und Tracheenspinnen. Die Athemorgane der Lungenspinnen liegen an der untern Seite des Hinterleibes, bald 1 Paar, wie bei den meisten Spinnen, bald 2 Paar, wie bei den Mygaler, bald 4 Paar, wie bei den Scorpioniden. Diese Organe, welche ich in Meck. *Archiv* 1828. und *Isis* 1828. 707. weitläufiger beschrieben habe, sind Säckchen, zu welchen jedesmal ein Luftloch führt. In diesen Säckchen sind viele parallele Scheidewändchen oder Blätter aufgestellt. Die Abtheilungen zwischen diesen Blättern springen am untern Rande der Kieme beim Aufblasen vor, so dass die Kieme auch äusserlich am hintern Rande abgetheilt ist. Die im Wasser lebenden Spinnen, wie Aranea aquatica, nehmen zwischen den Haaren ihres Leibes Luft mit in das Wasser hinab, die sie verzehren; doch scheinen die Hydrachnen so wie die Pycnogoniden nicht Luft zu athmen. Die Tracheenspinnen, wie Solpuga, Chelifer, Phalangium, und die Acariden verhalten sich im Bau ihrer im ganzen Körper sich verbreitenden Luftröhren, die durch Luftlöcher Luft erhalten und ausscheiden, wie die Insekten. Dugès hat auch Spinnen (Dysdera, Segestria) beobachtet, welche Lungen und Luftröhren zugleich haben. Die beiden hinteren der 4 Stigmen derselben sind Tracheal-Stigmen.

Alle Insecten haben ein Tracheensystem, die meisten athmen in der Luft, diese nehmen die Luft durch eine Anzahl Luftlöcher, Stigmata, meist an den Seiten der Leibesringe auf. Siehe die Abbildungen des ganzen Luftröhrensystems mehrerer Insecten bei Marcel de Serres, *Isis* 1819. 4. Die Luftröhren führen die Luft

von den Stigmata theils in Säckchen, wovon die übrigen Luftröhrenstämmchen ausgehen, theils in Längsstämme, die sich durch das ganze Thier bis in die kleinsten Theile verzweigen. Bei mehreren, besonders bei den Orthopteren, sieht man deutliche Athembewegungen durch abwechselnde Erweiterung und Verengerung des Hinterleibes. Vor dem Fliegen scheinen die Käfer sich mit mehr Luft zu füllen, wobei ihre Flügel, die ebenfalls Luftröhren enthalten, sich entfalten. Treviranus hat neulich behauptet, dass die Stigmata einiger Insekten ganz undurchbohrt sind. Diess ist indess von Burmeister bereits verneint. Burmeister *Entomologie. Berlin* 1832. *p.* 172. Ueber den Bau der Luftlöcher siehe Burmeister ebend.

Einige Insekten leben im Wasser und athmen doch Luft an der Oberfläche des Wassers, wie die Larven mancher Diptera, die Wasserwanzen und einige Käfer, die im Wasser leben. Die Dytisken kommen an die Oberfläche des Wassers und nehmen die Luft in Luftlöcher am After auf. Die Hydrophilen nehmen Luftblasen zwischen den Haaren ihres Körpers mit in die Tiefe. Beide Käfer haben ihre Luftlöcher als Larven am Schwanzende. Burmeister. Die Larven der gemeinen Stechmücke, Culex pipiens, haben eine Athemröhre am letzten Hinterleibsringe, die Puppen derselben 2 Athemröhren aus dem Brustkasten hervorragend. Andere dieser Mücke verwandte Gattungen dagegen athmen als Larven Wasser mit Kiemen. Aber die Larven der Federmücken, Chironomus, haben wieder zwei Athemröhren am Schwanzgliede. Bei den Stratiomys endigt das letzte Glied des Leibes in eine Athemröhre. Sehr interessant ist die Athemröhre der Larven der Gattung Eristalis, die im Schlamm von Pfützen, Gossen und Abtritten leben. Das letzte Glied des Leibes verlängert sich in eine häutige Röhre, in welcher eine zweite hornige steckt, die wie die Athemröhre der Culex und Stratiomys zur Suspension auf der Wasseroberfläche mit einem Borstenkranze versehen ist. Die Larve richtet dieses Rohr, dessen inneres Stück, wenn es nöthig ist, hervorgeschoben wird, bis an die Oberfläche des Wassers, die Röhre kann zu diesem Zwecke ausserordentlich verlängert werden, während die Larve auf dem Grunde lebt und an der Oberfläche des Wassers athmet. Burmeister *Entomologie I.* 178. Auch einige Wasserwanzen, Nepa und Ranatra haben Athemröhren.

Einige Insekten, die als Larven im Wasser leben, athmen obgleich sie in ihrem Innern ein Luftröhrensystem haben, zunächst Wasser. Diese besitzen statt Luftlöcher, Kiemen, als Anfänge der Luftröhren. Diese Kiemen haben die Function, die im Wasser aufgelöste Luft von dem Wasser abzuscheiden, und im gasförmigen Zustande dem Luftröhrensystem zu überliefern.

Die Kiemen sind theils haarformige Fäden, deren Inneres die Anfänge der Luftröhren enthält. Diese Haare sind bald strahlig vereinigt, bald verzweigt. Solche Kiemen haben z. B. die Larven und Puppen mehrerer Mücken. Blattförmig sind die Kiemen mehrerer Neuroptera. Mit haarförmigen Kiemen an den Seiten der Ringe athmen die Larven des Drehkäfers Gyrinus. Am häu-

figsten sind die Kiemen bei den Larven der Neuropteren. Bei Ephemera sind es flossenartige Kiemenblättchen an der Seite des Leibes, im Innern der Blättchen beginnen die Zweige der Luftröhren. Die Kiemen der Larven der Wasserjungfern liegen im letzten Leibesringe, bei Agrion bilden sie 3 grosse gefranzte Blätter. Die büschelförmigen Kiemen der Larven der Libellen liegen im Mastdarme, so dass die büschelförmigen Enden der Luftröhrenstämme, die Haut des Mastdarms durchbohrend, in die Höhle des Mastdarms hereinragen. Die Larven der Phryganeen und Semblis besitzen faden- oder blattförmige Fortsätze an den Seiten des Hinterleibs. Unter den Dipteren athmen die Larven der Chironomus Luft durch Athemröhren, die Puppen aber die im Wasser aufgelöste Luft durch Kiemenbüschel am Brustkasten. Anopheles athmet als Larve mit Kiemen am Schwanzende, mit Athemröhren als Puppe. Unter den Schmetterlingen lebt die Raupe einer Motte, Botys stratiotalis, im Wasser. Eine ausführlichere Darstellung der Athemorgane hat Burmeister in seiner schätzbaren Entomologie gegeben, wovon hier ein Auszug mitgetheilt worden. Abbildungen der Kiemen der Wasserinsekten hat Suckow in Heusinger's *Zeitschrift für organ. Physik. B.* 2. gegeben. Wenn die mit Kiemen athmenden Larven und Puppen sich verwandeln, verlieren sie ihre Kiemen, und athmen Luft durch Luftlöcher.

Ueber den Bau der Kiemen der Fische hat Rathke gründliche Untersuchungen angestellt. *Untersuchungen über den Kiemenapparat und das Zungenbein der Wirbelthiere. Riga und Dorpat* 1832. Das Folgende ist zum Theil ein Auszug derselben.

1. *Kiemengerüst.* Der Unterkiefer der Grätenfische ist an dem Quadratbein aufgehängt, einem Suspensorium, welches hier aus mehreren Stücken besteht, an welche sich hinten noch 3 Stücke des Kiemendeckels anschliessen.

Auf den Unterkiefer folgt nach hinten bei den Grätenfischen der Zungenbeingürtel. Diess sind 2 aus mehreren Gliedern bestehende Bogen, deren Extreme mit dem Quadratbein verbunden, und die unten in der Mitte hinter der Zungenstütze vereinigt sind, zwischen sich oft eine Copula und unter sich den Zungenbeinkiel haben. An den Bogen des Zungenbeins die knöchernen Radii branchiostegi, Kiemenhautstrahlen.

Hinter dem Zungenbeingürtel liegen bei den Grätenfischen 4 Knochengürtel, die Kiemenbogen, an welchen die Kiemenblättchen wie die Zähne eines Kammes befestigt sind. Das gefässreiche Gewebe der Kiemenblättchen ist durch knorpelige Stützen, den Blättchen, entsprechend getragen, welche man den Radii branchiostegi des kiemenlosen Zungenbeingürtels vergleichen kann. Die Kiemenbogen bestehen aus mehreren Stücken, meist vier, in dem hintersten weniger. Bei vielen Grätenfischen befinden sich an der innern Seite der Kiemenbogen mehrere kleine Knochenplatten mit kleinen Zähnen. Ist das oberste Glied eines Kiemenbogens stärker bewaffnet, so wird es zum obern Schlundknochen, Os pharyngeum superius. Zwischen den unten paarweise verbundenen Kiemenbogen befinden sich 2—4 Knochen- oder Knorpel-

stücke als Copulae derselben. Hinter dem letzten Paare der Kiemenbogen liegen die unteren Schlundknochen oder die Schlundkiefer aus einem Stücke jederseits bestehend. Sie stellen gleichsam einen Kiemenbogengürtel dar, der aber ohne Kiemen ist. Die Kiemenbogen und Schlundkiefer liegen bei den meisten Fischen unter dem Schädel, bei anderen zum Theil unter den ersten Wirbeln.

In den Haifischen und Rochen tragen die knorpeligen Quadratbeine den Unterkiefer und die Zungenbeinbogen. Sowohl mit dem Quadratbein als dem Zungenbeinbogen sind Knorpelstreifen in Form von Strahlen verbunden. Die Knorpelstrahlen des Quadratbeins entsprechen den Kiemendeckelstücken, welche bei den Grätenfischen am Quadratbein angeheftet sind, die Knorpelstrahlen der Zungenbeinbogen entsprechen den Radii branchiostegi der Grätenfische. Die 4 knorpeligen Kiemenbogen der Haifische und Rochen liegen unter dem Anfange der Wirbelsäule. Sie bestehen aus 4 Segmenten. Eine Knorpelplatte hinter den Kiemenbogen entspricht den Schlundkiefern der Grätenfische. Die Kiemenbogen tragen auch Knorpelstreifen, die nach aussen und hinten wie Strahlen gerichtet sind.

Bei den Larven der Salamandrinen, Frösche und bei den Proteideen ist das knorpelige Kiemengerüst zum Theil aus ähnlichen Theilen gebildet. Das Quadratbein trägt den Unterkiefer, in der Regel auch das vordere Zungenbeinhorn. Die Kiemenbogen bestehen nicht aus mehreren Segmenten; es sind 4 Bogen (beim Proteus 3), sie sind an die einfachen oder doppelten hinteren Zungenbeinhörner befestigt, die Rathke für Segmente der Kiemenbogen selbst ansieht.

Bei der Verwandlung bleiben die Zungenbeinhörner der Batrachier und Salamandrinen nebst dem Mittelstück und verändern sich. Die Kiemenbogen verschwinden, nur von dem ersten Bogen verbindet sich ein Rest mit den 2 Zungenbeinhörnern beim Salamander. Siebold. Bei den Coecilien besitzt das Zungenbein durchs ganze Leben 4 Paar Bogen. Vergl. Rusconi *descrizione anatomica degli organi della circolazione delle Larve delle Salamandre.* Siebold *observ. de Salamandris et Tritonibus. Berol.* 1828. Bemerkenswerth ist, dass die Hörner des Zungenbeins bei den Eidechsen selbst im erwachsenen Zustand noch 2 Paar oder selbst 3 Paar Bogen darstellen. Rathke hat nun eine gleichlaufende Reihe von Beobachtungen an Embryonen der Säugethiere angestellt, woraus ebenfalls hervorgeht, dass die zarten Kiemenbogen derselben, wie bereits pag. 172 erwähnt wurde, in das Zungenbein zuletzt reducirt werden, indem namentlich der Zungenbeinbogen vorderes, der erste Kiemenbogen zweites Horn des Zungenbeines wird, dass aber die Kiemenbogen nichts zur Ausbildung des Kehlkopfes beitragen, dieser vielmehr selbstständig entsteht.

2. *Kiemenblätter.* Die Kiemenblätter der Grätenfische bilden an jedem Bogen eine doppelte Reihe von lanzettförmigen Blättchen, die wie Zähne eines Kammes auf den Kiemenbogen aufsitzen, an ihrer Basis sind sie häufig auf eine gewisse Höhe mit einander verwachsen. Die Kiemenblätter schicken wieder quere

kleinere Blätterchen aus. Die Kiemenarterien treten am untern Ende der Kiemenbogen ein, verlaufen in der Furche an der Convexität des Bogens bis zum obern Ende, dünner werdend, die Kiemenvenen in umgekehrter Richtung, so dass diese unter der Wirbelsäule zu dem Arteriensystem zusammen treten. Auf jenem Weg giebt jede Art. branchialis so viel Aeste als Kiemenblätter. Diese Aeste theilen sich zweimal gabelförmig, und führen in quere Capillargefässe der feinsten Kiemenblättchen, aus welchen auf ähnliche Art die Venen auf der entgegengesetzten Seite der Kiemenblättchen entstehen. Cuvier *hist nat. des Poissons. Tab.* 8. Ueber Nebenkiemen siehe Rathke a. a. O., über die baumförmigen Nebenkiemen des Heterobranchus anguillaris Burdach's *Physiol.* 4. 161. Ehrenberg hat bei Sudis aegyptiaca ein mit den Kiemen verbundenes, ausserst räthselhaftes spiralförmiges Organ entdeckt. Ueber die runzeligen Nebenkiemen der Anabas und anderer Fische, die ausser dem Wasser einige Zeit zubringen, siehe Cuvier *hist. nat. des Poissons. Tab.* 205. 206. Im Fötuszustande besitzen die Haifische und Rochen auch fadenförmige äussere Kiemen, die merkwürdiger Weise auch aus dem Spritzloch (vor dem Quadratknorpel) hervorragen, wodurch dieses Loch an die übrigen wahren Kiemenlöcher erinnert.

Die Störe besitzen eine halbe Kieme am Kiemendeckel, eben so die Haifische und Rochen am Gürtel vor den Kiemenbogen. Bei den Grätenfischen und bei dem Stör sind die Kiemenbogen nach der äussern Seite frei, und nur von dem beweglichen Kiemendeckel bedeckt, oder von der Kiemenhaut bis auf eine Oeffnung bedeckt, wie beim Aal. Bei den Haifischen, Rochen dagegen geht von jedem Kiemenbogen zwischen den Kiemenblättchen der vordern und hintern Seite eine häutige Fortsetzung bis zur Haut, die bei diesen Thieren die Kiemen ganz bis auf 5 Oeffnungen bedeckt. Dadurch entstehen vollständige Scheidewände zwischen Schlund und Haut, in welchen die Kiemenbogen eben liegen. Von diesen Kiemenbogen gehen die Kiemenblätter als parallele Fältchen der Schleimhaut, welche diese Säcke auskleidet, aus. Von den 5 Oeffnungen zu 5 Kiemenhöhlen liegt die erste hinter der ersten oder halben Kieme und dem 1. Kiemenbogen, die 2., 3., 4. Oeffnung zwischen den 1—2., 2—3., 3—4. Kiemenbogen, die 5. Oeffnung hinter dem 4. Kiemenbogen. Die hintere Wand der 5. Kiemenhöhle ist ohne Kiemenblättchen.

Bei den Cyclostomen giebt es auch Kiemensäcke mit äusseren Oeffnungen, indem je zwei Kiemen zu einem Sack sich verbinden. Die Kiemenbogen fehlen, und statt deren giebt es bloss häutige Scheidewände, welche nach zwei Seiten hinten mit Schleimhaut ausgekleidet sind. Starke Falten dieser Schleimhaut bilden die Kiemenblätter. Bei Ammocoetes sind 6, bei Petromyzon 7 Kiemensäcke und Oeffnungen. Bei Ammocoetes öffnen sich die inneren Kiemenlöcher der Säcke in den Schlund, gleich wie die Kiemenspalten der Grätenfische. Bei den Petromyzen dagegen öffnen sich die 7 inneren Kiemenlöcher in einen vor der Speiseröhre liegenden, am Ende blinden, vorn mit dem Munde zusammenhängenden Bronchus.

Die Froschlarven haben in ihren auf der rechten Seite ganz, auf der linken Seite bis auf ein kleines Loch bedeckten Kiemenhöhlen 4 mit Kiemenblättchen versehene Kiemenbogen. In die Kiemenhöhlen brechen auch die vorderen Extremitäten hervor. Die Salamanderlarven haben bei äusseren Kiemen 4 Kiemenspalten. Unter den Proteideen hat Siren 3, Proteus 2, Axolotl 4 Kiemenspalten, beim letzten ist die erste Spalte zwischen dem häutigen Kiemendeckel und 1. Bogen; der 4. Bogen ist angewachsen. Alle Proteideen haben wie die Salamander keine innere, aber 3 äussere Kiemenbüschel, von Kiemenbogen ausgehend. Bei dem Proteus sind nach Rusconi die Kiemenarterien die Aeste des Truncus arteriosus, die Kiemenvenen vereinigen sich zu dem Arteriensystem des Körpers, aber die Kiemenarterien anastomosiren auch mit den Wurzeln des Arteriensystems. Ebenso bei den Larven der Salamander, so dass die Kiemengefässe gleichsam Aeste von Aortenbogen sind, auf welche sich die Blutbewegung nach dem Verluste der Kiemen zurück zieht. Die Kiemenarterien und Venen der Froschlarven verlaufen in entgegengesetzter Richtung, anastomosiren aber auch mit einander. Vergl. oben pag. 170. Die Proteideen und die Frosch- und Salamanderlarven in der spätern Zeit athmen ausser dem Wasser durch Kiemen auch Luft durch die Lungen.

3. *Kiemendecken.* Bei den Grätenfischen sind die Kiemen durch die Deckelstücke, welche dem Quadratbein verbunden sind, gemeinschaftlich gedeckt. Bei den Haifischen und Rochen, wo die Kiemen bis auf blosse kleine Oeffnungen zwischen 2 Kiemenbogen von der Haut bedeckt sind, giebt es nicht allein an dem Quadratknorpel jene die Kiemendeckelstücke vertretende Knorpelstreifen, sondern mit jedem Kiemenbogen liegt noch unter der Haut ein Knorpelstreifen parallel. Diese bilden eine obere und eine untere Reihe, in welchen gleichsam die Stücke des Kiemendeckels der Gräthenfische multiplicirt sind. Rathke a. a. O. *Tab. III. fig.* 1. 2. Diese äusseren Kiemendeckelknorpel bilden sich bei den Petromyzen zu einem sehr zusammengesetzten äussern Knorpelskelet der Kiemen aus, während das Kiemenbogenskelet bei diesen Thieren in den Scheidewänden der Kiemensäcke fehlt.

Bei den Salamanderlarven, dem Proteus und Axolotl ist eine kiemendeckelartige Platte vorhanden, die aber keine Knochen- oder Knorpelstücke enthält, und die häutige Kiemendecke der Froschlarven, welche die Kiemen bis auf die eine kleine Oeffnung auf der linken Seite bedeckt, ist auch eben bloss membranös. Hieraus geht nun hervor, wie Rathke bewiesen hat, dass die Kiemendeckelstücke am Quadratbein der Fische keinem Knochen bei höheren Thieren entsprechen, sondern den Fischen eigenthümliche Bildungen sind, die am wenigsten mit den Gehörknöchelchen der höheren Thiere verglichen werden können. Dass letztere nicht aus Theilen der Kiemenbogen entstehen, wie Huschke vermuthet hatte, geht aus der Beobachtung von Windischmann hervor, dass der Axolotl Kiemenbogen und doch 2 Gehörknöchelchen (ohne Trommelhöhle) besitzt.

Ueber den Bau der Athemwerkzeuge der Amphibienlarven und Proteideen siehe Cuvier *oss. fossil. T.* 5. 2. Humboldt und Bonpland *Beobacht. aus der Zool. Tüb.* 1806. Rusconi, Configliachi *del proteo anguino. Pavia* 1819. J. Mueller's *Beiträge zur Naturgeschichte und Anatomie der Amphibien,* in Tiedemann's *Zeitschr. für Physiologie.* 4. 2. und vergleiche oben pag. 170.

Die Lungen der Amphibien sind eigentlich blosse Säcke, mit zellenförmigen Vorsprüngen im Innern, wodurch die Fläche vermehrt wird. Die Lungen der meisten *nackten* Amphibien haben nur eine häutige, meist sehr kurze Luftröhre, bei den Batrachiern führt der Kehlkopf fast sogleich in die häutigen Bronchien. Die erste Erscheinung von Knorpelstücken in den Bronchien ist bei Dactylethra, wo sie ganz unregelmässig verzweigte und selbst durchlöcherte Platten bilden, ohne alle Aehnlichkeit mit Luftröhrenringen. Knorpelringe kommen an den Bronchien der verwandten Pipa vor. Die Luftröhre der Coecilien enthält schon regelmässige Knorpelringe. Bei den beschuppten Amphibien vergrössert sich die athmende Fläche durch Vermehrung der Zellen im Innern. Die Lungen der Vögel füllen nicht, wie bei den Säugethieren, den grössten Theil der Brusthöhle aus, sondern liegen im hintersten Theil derselben (an den Rippen sogar verwachsen), während Brusthöhle und Bauchhöhle noch nicht durch ein Zwerchfell geschieden sind. Auf der Oberfläche der Lungen befinden sich aber Oeffnungen, welche die Luft aus den Lungen weiter in grosse Zellen um den Herzbeutel her und zwischen den Eingeweiden des Unterleibes führen, so dass man durch die Luftröhre diese Zellen aufblasen kann. Durch Anfüllen der Zellen kann sich indess, wie Kohlrausch (*de avium saccorum aëriorum utilitate Gott.* 1832.) zeigt, der Vogel für den Zweck des Fliegens nicht leichter machen. Diese Zellen stehen sogar durch besondere Oeffnungen mit den hohlen Knochen in Verbindung, so dass die meisten Knochen (mit wenigen Ausnahmen) mit Luft gefüllt sind. Hierdurch ist der Körper des Vogels natürlich leichter, als wenn seine Knochen Mark enthielten. Wenn ein Vogel aus einer bedeutenden Höhe, wo die Luft sehr verdünnt ist, in dichtere Luft sich herabsenkt, so wird die Tension der Luft im Innern seines Körpers sich mit der Tension der Atmosphäre schnell ins Gleichgewicht setzen. Die Lungen der Vögel haben noch das Ausgezeichnete, dass ihre Luftröhrenzweige zuletzt kurze blinde, pfeifenartig neben einander liegende Röhren bilden, deren Wände eine zellige Structur haben. Beim Embryo der Vögel sind diese Röhren noch deutlicher und von einander mehr getrennt mit Endanschwellungen. Siehe Retzius, Froriep's *Not.* 749. Retzius bemerkt auch, dass die Röhrchen bei den Vögeln mit einander communiciren. Die Lungen des Menschen und der Säugethiere sind von jenen wesentlich verschieden gebaut, dass, wie Retzius bemerkt, die feinsten Luftröhrenzweige, ohne Cellulae parietales zu besitzen, in Cellulae terminales führen. Die Zellen communiciren nicht mit einander, sondern nur mit ihren zuführenden Luftröhrenzweigelchen. Nach Reisseisen (*de fabrica pulmonum. Berol.* 1822.) hat in der Lunge des Menschen jede Zelle noch ihre

kleine Arterie und Vene, zwischen denen die Capillargefässnetze. Letztere sind äusserst dicht, so dass die Zwischenräume fast kleiner sind als der Durchmesser der Capillargefässe. Eine Lungenzelle ist 20 Mal im Durchmesser grösser als der Durchmesser eines Capillargefässes in den Wänden dieser Zelle. Da der Durchmesser der Lungenarterie $\frac{1}{6}$ kleiner als der Durchmesser der Aorta, der Durchmesser der ersten zu dem der zweiten wie 5 zu 6, so verhalten sich ihre Durchschnitte wie 25 zu 36, oder fast wie 2 zu 3. Verhielten sich die feinen Zweige der Lungenarterienäste zur Lungenarterie so, wie die feinen Zweige der Körperarterien zu der Aorta, so würden die Durchschnitte der Capillargefässe der Lungen $\frac{2}{3}$ des Raums einnehmen, den die Durchschnitte aller Capillargefässe des übrigen Körpers fassen. Diess ist aber sehr unwahrscheinlich, daher man annehmen muss, dass die Raumvermehrung bei der Verzweigung der Körperarterien in einem weit grössern Verhältnisse zunimmt als in den Lungenarterienästen. Das Athmen geschieht durch Contact der Luft und des Blutes, während dieses durch die unzähligen Capillargefässe der Lungenzellen vertheilt vorüber strömt, wobei die kleinsten Theilchen des Bluts der Einwirkung der Atmosphäre auf der ungeheuren Contactsfläche aller Lungenzellen ausgesetzt werden. Die Wechselwirkung geschieht durch die zarten Wände der Capillargefässe nach den Gesetzen, welche schon pag. 242—248 erläutert worden sind.

III. Capitel. Vom Athmen des Menschen und der Thiere.

1. *Vom Athmen in der Luft.*

Die ersten genauen Versuche über das Athmen sind von Lavoisier und Seguin angestellt. Man fand, dass die ausgeathmete Luft mehr Kohlensäure und Wasser enthielt, dass der Gehalt an Sauerstoffgas darin geringer ist, als in der eingeathmeten Luft, und dass die Luft durch das Athmen etwas mehr Sauerstoffgas verliert, als Kohlensäure erzeugt wird. Weil nun ein Maass Sauerstoffgas, das durch Verbindung mit Kohlenstoff Kohlensäure erzeugt, wieder ein Maass Kohlensäuregas bildet, so schloss man, dass der grösste Theil des beim Athmen verschwindenden Sauerstoffgases durch Verbindung mit Kohlenstoff des Blutes in den Lungen Kohlensäure bilde, die frei werde, und der übrige Theil des beim Athmen verschwindenden Sauerstoffgases durch Verbindung mit Wasserstoff des Blutes das ausgeathmete dunstförmige Wasser bilde. Die Menge des durch die Lungen ausgeschiedenen Wassers beträgt bei einem Erwachsenen in 24 Stunden nach dem Mittel der Beobachtungen von Lavoisier, Menzies, Abernethy, Thomson und Hales 7963 Gran. Vergl. den Artikel *Ausdünstung* im 2. *Buch.* 4. *Abschn.* 7. *Cap.* Dieses Wasser enthält etwas thierische Materie. Gmelin *Chemie* 4. 1524.

H. Davy athmete fast eine Minute lang (19 Respirationen) 161 Cubikzoll Luft, welche 117 C. Z. Stickgas, 42,4 C. Z. Sauerstoffgas, 1,6 C. Z. kohlensaures Gas enthielten. Hernach enthielt

die Luft 111,6 C. Z. Stickgas, 23,0 C. Z. Sauerstoffgas, 17,4 C. Z. kohlensaures Gas. Gilb. *Ann.* 19. 307. In einer Minute wurden also 15,8 C. Z. kohlensaures Gas ausgeschieden. Allen und Pepys haben eine sehr musterhafte Untersuchung des Athmens angestellt. *Phil. Transact.* 1808. 1809. Schweigg. *J. B.* 1. und Meck. *Arch.* 3. 233.

Einathmungen und Ausathmungen geschahen aus und in verschiedene Gasometer. Der 13. Versuch ist von besonderem Interesse. Ein Wassergasometer war das Reservoir der atmosphärischen Luft, welche eingeathmet wurde, Quecksilbergasometer dienten zum Auffangen der ausgeathmeten Luft. Nachdem 11 Quecksilbergasometer mit ausgeathmeter Luft angefüllt waren, fuhr der Athmende so lange fort in dem zwölften zu athmen, bis das Wassergasometer wieder mit frischer Luft gefüllt war. Dann wurden wieder 11 Quecksilbergasometer und später eben so zum dritten Male mit ausgeathmeter Luft gefüllt. Der Versuch dauerte $24\frac{1}{2}$ Min. Die während dieser Zeit eingeathmete Luft betrug 9890, die ausgeathmete 9872 C. Z. Hundert Theile der ausgeathmeten Luft gaben bei der Prüfung 8 Theile Kohlensäure, 13 Sauerstoff, 79 Stickstoff. Hiernach beträgt die ganze Menge der in $24\frac{1}{2}$ Minuten erzeugten Kohlensäure 789,76 C. Z., oder für die Minute 32 C. Z. engl.

Als in dem 14. Versuch 300 C. Z. atmosphärische Luft 3 Minuten lang geathmet worden, betrug die Kohlensäure doch nur 9,5 in 100 Theilen Luft. Häufige Wiederholung der Versuche ergab, dass die eingeathmete Luft mit 0,08 bis 0,085 proc. Kohlensäure beladen ausgeathmet wird, und dass, wenn man das Einathmen derselben Luft so oft als möglich wiederholt, die Menge der erzeugten Kohlensäure nicht über 0,10 in 100 Th. der ganzen Luftmasse beträgt. Während im 13ten Versuch bei $24\frac{1}{2}$ Minuten langem Athmen frischer Luft 789,76 C. Z. oder in der Minute 32 C. Z. Kohlensäure ausgeathmet wurden, wurde (Versuch 14) bei 3 Minuten langem Athmen derselben 300 C. Z. Luft nur $3 \times 9,5 = 28,5$ C. Z. oder in einer Minute 9,5 C. Z. Kohlensäure gebildet und ausgeathmet. Im Versuch 13 waren in einer Minute $\frac{9890}{24,5} = 403$ C. Z. frische atmosphärische Luft durch die Lungen gegangen, im Versuch 14 in einer Minute nur $\frac{300}{3} = 100$ C. Z., also war im Versuch 13 in 1 Minute circa 4 Mal mehr frische Luft durch die Lungen gegangen, als im Versuch 14, und dafür auch 3,3 Mal mehr Kohlensäure als im Versuch 14 gebildet worden.

Allen und Pepys nehmen als Mittel ihrer Beobachtungen Versuch 11 an, wo während 11 Minuten 302 C. Z. engl. (250 franz. C. Z.) Kohlensäure ausgeathmet wurden, was 22,7 franz. C. Z. Kohlensäure auf die Minute beträgt. Sie fanden ferner, dass der Mensch beim Athmen in Sauerstoffgas mehr Kohlensäure als in atmosphärischer Luft erzeuge. So wurden beim Athmen von Sauerstoffgas im Versuch 17 auf 100 Theile Sauerstoffgas 12,0 Kohlensäure erzeugt. Hierbei wurde eine beträchtliche Menge Stickgas entwickelt. Beim mehrmaligen Ein- und Ausathmen derselben atmosph. Luft fanden sie weniger kohlensaures Gas

vor, als Sauerstoff verschwunden war, z. B, 86 Stickgas, 4 Sauerstoffgas, 10 kohlens. Gas, da doch 17 Sauerstoffgas verschwunden waren. Diess erklären sie dadurch, dass vom Blut ein Theil des kohlensauren Gases zurückgehalten wurde.

Bei ihren Versuchen mit Meerschweinchen (MECK. *Archiv* 3. 233.) fanden ALLEN und PEPYS, dass beim Athmen von atmosphärischer Luft ein Volum Sauerstoffgas durch ein Volum Kohlensäure ersetzt werde. Beim Athmen von reinem Sauerstoffgas wurde etwas mehr Sauerstoffgas absorbirt als Kohlensäure erzeugt, und durch eine entsprechende Menge Stickgas ersetzt, ebenso beim Athmen eines Gemisches von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, in dem Verhältnisse wie Stickgas und Sauerstoffgas in der atmosphärischen Luft.

Bei einem 20 Jahre später angestellten Versuch mit Tauben, fanden sie, dass in reinem Sauerstoffgas mehr von diesem absorbirt werde, als zur Bildung der ausgeathmeten Kohlensäure verwandt wird.

DULONG (SCHWEIGG. *Journ.* 38. 505.) brachte die Thiere in einen Apparat, zu und von dem beständig Luft zu- und abgeleitet werden konnte, so dass die Veränderungen der Luft quantitativ bestimmt werden konnten. Vergl. den von ALLEN und PEPYS angewandten Apparat (MECK. *Archiv* 3. *Tab.* 5.). DULONG fand, dass alle Thiere, fleisch- und pflanzenfressende, Säugethiere und Vögel, mehr Sauerstoffgas verschwinden machten, als Kohlensäure an dessen Stelle trat. Bei den pflanzenfressenden Thieren betrug die Menge des nicht durch Kohlensäuregas ersetzten Sauerstoffgases im Durchschnitt $\frac{1}{10}$ derjenigen Menge, die durch Kohlensäuregas ersetzt war, bei den Fleischfressern dagegen $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{2}$. Aehnliche Resultate, nämlich einen Verlust von Sauerstoffgas, fand DESPRETZ in seinen schon bei dem Artikel von der thierischen Wärme pag. 86. erwähnten Versuchen. Das erzeugte Kohlensäuregas betrug $\frac{2}{3}$—$\frac{3}{4}$ vom verschwundenen Sauerstoffgas.

Nach DAVY, PFAFF, BERTHOLLET, ALLEN und PEPYS zeigt sich die atmosphärische Luft nach einmaligem Ein- und Ausathmen dem Umfange nach vermindert. Nach ALLEN und PEPYS wäre diese Verminderung, die sie nur $\frac{1}{172}$ fanden, von zufälligen Umständen abzuleiten (?). Wird dieselbe Luftmenge wiederholt ein- und ausgeathmet, bis sie nicht mehr vertragen wird, so zeigt sie eine deutliche Volumsverminderung, nach dem Mittel der Beobachtungen von LAVOISIER, GOODWYN. DAVY, ALLEN und PEPYS, PFAFF $\frac{1}{24}$. GMELIN's *Chemie* 4. 1525.

GMELIN hat die Resultate der verschiedenen Analysen von DAVY, BERTHOLLET, ALLEN und PEPYS, MENZIES, PROUT zusammengestellt. Zieht man aus diesen Resultaten das Mittel, so ergiebt sich, dass 100 Theile einmal eingeathmete Luft nach dem Ausathmen 5,82 kohlensaures Gas enthalten, Nach PROUT's Versuchen (MECKEL's *Archiv* 2. 145. SCHWEIGG. *Journ.* 15. 47.) ist die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure am grössten zwischen 11 Uhr Morgens und 1 Uhr Mittags, das Minimum dagegen von 8½ Uhr Abends bis 3½ Uhr Morgens. Wenn die Menge der gebildeten Kohlensäure aus irgend einem Grunde vermehrt wird,

so sinkt sie nachher in demselben Maasse unter den einer gewissen Periode angemessenen Grad herab. Die Menge der gebildeten Kohlensäure nimmt bei demselben Menschen ab in deprimirenden Leidenschaften, nach heftigen Bewegungen, beim Genuss von weingeistigen Flüssigkeiten, von Thee, bei vegetabilischer Nahrung und nach längerem Gebrauch von Quecksilber. Dagegen wird die relative Menge der durch das Athmen gebildeten Kohlensäure durch einen niedern Barometerstand vermehrt. Wegen Krankheiten siehe Nysten a. a. O.

Berechnet man die Menge des durch das Athmen entstehenden Kohlensäuregases auf 24 Stunden, so beträgt diess nach Lavoisier und Seguin 14930 C. Z. oder 8534 Gran franz., nach Davy 31680 C. Z. engl. oder 17811 Gr. engl., nach Allen und Pepys 39600 C. Z. oder 18612 Gran engl. Diess beträgt an auf Kohlensäurebildung verwandtem, und also aus dem Blut weggegangenem Kohlenstoff nach Lavoisier 2820 Gran franz., nach Davy 4853 Gran engl., nach Allen und Pepys 5148 Gr. engl. Nach Berzelius Bemerkung sind diese Resultate indess offenbar viel zu gross. Denn da die feste Nahrung an $\frac{3}{4}$ ihres Gewichtes Wasser und das andere $\frac{1}{4}$ selten mehr als sein halbes Gewicht Kohlenstoff enthält, so wären schon $6\frac{1}{4}$ Pfund fester Nahrung nöthig, um die Quantität Kohlenstoff zu ersetzen, die in 24 Stunden durch das Athmen ausgeschieden wird, abgesehen von anderen Excretionen.

Ueber das Athmen der Frösche habe ich mehrere Versuche angestellt. Die Frösche wurden bei zusammengepressten Lungen und Kehle in einen mit Quecksilber gesperrten graduirten Cylinder gebracht, und die Quantität der erzeugten Kohlensäure durch eingebrachtes Kali causticum an der Absorption des Gases gemessen.

1) Ein Frosch von 440 Gran Gewicht bildete in 6 Stunden in einem Cylinder von 10 C. Z. atmosphärischer Luft $\frac{2}{3}$ C. Z. Kohlensäure.

2) Ein Frosch von 655 Gran bildete in 8 C. Z. atmosph. Luft $1\frac{1}{4}$ C. Z. Kohlensäure in 12 Stunden, bei 27 Z. $9\frac{1}{2}$ L. Luftdruck und 10° R.

3) Ein sehr grosser Frosch von 1260 Gran bildete in $16\frac{5}{6}$ C. Z. atmosph. Luft in 14 Stunden 2 C. Z. Kohlensäure bei 27 Z. 7 L. Luftdruck und 6° R. Diess beträgt auf 28″ Barometerstand und 15° R. Temperatur und 6 Stunden Athmen reducirt.

Im ersten Versuch auf 440 Gran Thier in 6 Stunden 0,66, im zweiten Versuch auf 655 Gran Thier in 6 Stunden 0,63, im dritten Versuch auf 1260 Gran Thier in 6 Stunden 0,88 C. Z. Kohlensäure.

Ich habe diess wieder auf 100 Gran Thier und 100 Min. Athmen reducirt, und mit Versuchen von Treviranus (*Zeitschrift für Physiologie* 4. 1. p. 23.) an Kröten und Fröschen zusammengestellt, wobei Treviranus die Luftmenge auf 15° R. Temp. und 28″ Luftdruck berechnet und auf 100 Gran Thier und 100 Minuten Athmen reducirt hatte.

Arten der Thiere.	Beobachter.	P. C. Z. Kohlens. für 100 Gr. Thier und 100 Min. Athmen.
Bufo cinereus A. . .	Treviranus	0,02
Bufo cinereus B. . .	Treviranus	0,03
Rana temporaria A. .	Treviranus	0,10
Rana temporaria B. .	Treviranus	0,14
Frosch A.	Müller	0,041
Frosch B.	Müller	0,027
Frosch C.	Müller	0,019
Mittel		0,039

Es folgt als Mittel von 7 Beoachtungen, dass 100 Gran Kröte oder Frosch in 100 Minuten 0,04 Kohlensäure durch Athmen bilden. Nach Edward's (*influence des agens physiques sur la vie. Paris* 1824. *p.* 648.) bildete ein Frosch Kohlensäure in 24 Stunden einmal 5,24 Centil. bei 27° C. = 2,55 P. C. Z. bei 15° R.; ein andermal 2,57 Centil. bei 18° C. = 1,30 C. Z. bei 15° R.; ein andermal 2,44 Centil. bei 14° C. = 1,25 C. Z. bei 15° R. Diess macht in 6 Stunden 0,63 C. Z. 0,32 C. Z. 0,31 C. Z. Diess mit den 3 Beobachtungen von mir zusammengestellt, giebt für 6 Stunden folgende Quantitäten Kohlensäure:

0,66 C. Z.
0,63 »
0,88 »
0,63 »
0,32 »
0,31 »

Mittel 0,57 C. Z.

Treviranus Versuche an 2 jungen Fröschen lasse ich ausser der Berechnung. Also bildet ein erwachsener Frosch in 6 Stunden etwas mehr als $\frac{1}{2}$ C. Z. Kohlensäure.

Treviranus hat die Resultate einer ganz vortrefflichen Arbeit über das Athmen der niederen Thiere auf gleiche Verhältnisse, nämlich auch auf 15° R. und 28″ Luftdruck, 100 Gran Thier und 100 Minuten Athmen reducirt, wodurch man eine sehr interessante Zusammenstellung gewinnt. Hieraus geht nun hervor, dass die wirbellosen Thiere, Insekten und Mollusken und Würmer, im Verhältniss zu ihrer Masse, nicht weniger Kohlensäure bilden, als die Amphibien. Treviranus hat auch die an Säugethieren und Vögeln von anderen Beobachtern angestellten Versuche auf 100 Gran Thier und 100 Minuten Athmen berechnet, woraus folgende Tabelle entstanden ist.

Thiere.	Beobachter.	Excernirtes kohlens. Gas.	Absorbirtes Sauerstoffgas.
Meerschweinchen	Berthollet	0,42 C. Z.	0,67 C. Z.
—	Allen u. Pepys	0,60	0,74
—	Despretz	0,47	0,68
Kaninchen . . .	Berthollet	0,44	0,60
Katze	Despretz	0,66	0,98
Taube	Despretz	0,99	1,58
—	Allen u. Pepys	0,96	1,14

Zieht man aus diesen Daten das Mittel, so bilden 100 Gran Säugethier in 100 Minuten 0,52 C. Z. Kohlensäuregas, 100 Gran Vogel in 100 Min. 0,97 C. Z. Kohlensäuregas. Da nun 100 Gran Kröte oder Frosch in 100 Minuten 0,05 C. Z. Kohlensäuregas bilden, so bildet ein Gewichtstheil eines kaltblütigen Thiers, und zwar Amphibiums, in gleicher Zeit 10 Mal weniger Kohlensäuregas, als ein gleicher Gewichtstheil Säugethier, und 19 Mal weniger Kohlensäuregas, als ein gleicher Gewichtstheil Vogel. Bei Insekten hat Treviranus in den meisten Fällen sogar eine eben so starke Kohlensäurebildung gefunden, als sie bei Säugethieren stattfindet, obgleich sie in einigen Fällen sich den Verhältnissen der Amphibien nähert. Treviranus erklärt die Kaltblütigkeit dieser Thiere trotz ihrer starken Kohlensäurebildung aus der bei ihnen stattfindenden Aushauchung von Stickgas, wobei Wärme wieder latent werde.

Wenn man diese Menge bei Insekten auch für allzu gross hält, und diese Thiere wegen der Kleinheit und Trüglichkeit der Resultate ausser der Berechnung lässt, wenn man bloss die Amphibien mit Säugethieren vergleicht, so kann man doch mit einiger Wahrscheinlichkeit die Temperatur der Säugethiere und die Kaltblütigkeit der Amphibien nicht davon ableiten, dass ein Gewichtstheil eines Frosches in einer Zeit 10 Mal weniger Kohlensäure bildet, als ein gleicher Gewichtstheil Säugethier. Vgl. p. 87.

Es scheint nach den mehrsten Beobachtungen unzweifelhaft, dass beim Athmen weniger Kohlensäure gebildet wird, als Sauerstoffgas verschwindet. Nur Allen und Pepys hatten diess beim Athmen in atmosphärischer Luft nicht beobachtet. Indessen haben sie die geathmete Luft für kohlensäurefrei genommen, was sogleich schon einen bedeutenden Unterschied im Resultate macht. Nach Treviranus Versuchen an niederen Thieren ist die Erzeugung des kohlensauren Gases abhängig von der Temperatur des Mediums. Eine Honigbiene excernirte beinahe 3 Mal so viel Kohlensäure bei 22° als bei $11\frac{1}{2}$°. Im Allgemeinen athmeten die Thiere in freier Luft weniger Kohlensäure aus, als sie Sauerstoffgas absorbiren. Die kaltblütigen Thiere sollen oft 3 Mal so viel Sauerstoffgas verzehren, als sie Kohlensäure bilden.

Mollusken verzehren aber nicht allein alles Sauerstoffgas einer Luft, sondern fahren nach dieser Absorption noch fort Kohlensäure auszuhauchen. Allgemein wurde in Treviranus Unter-

suchungen Stickgas ausgeschieden, in einigen Versuchen selbst mehr als Kohlensäuregas.

Bei den höheren Thieren hat man zuweilen eine Absorption von Stickgas der Atmosphäre, zuweilen Aushauchung von Stickgas beobachtet.

1) H. Davy (Gilb. *Ann.* 19. 298.) glaubte beobachtet zu haben, dass beim Athmen Verminderung des Stickstoffgehaltes der Atmosphäre stattfinde, welche nach Davy $\frac{1}{17}$ des absorbirten Sauerstoffgases, und in 24 Stunden 2246 Gran engl. betragen soll. Auch Pfaff (Gehlens *Journ. der Chemie.* 5. 103.) hat eine Verminderung des Stickgases von $\frac{1}{80}$ — $\frac{1}{107}$ der eingeathmeten Luft beobachtet. Gmelin's *Chemie.* 4. 1524.

2) Andere, wie Allen und Pepys, bemerkten weder eine Vermehrung, noch Verminderung des Stickgases beim Athmen der atmosphärischen Luft.

3) Mehrere Beobachter haben beim Athmen in atmosphärischer Luft Vermehrung des Stickstoffgehaltes der Luft beobachtet, wie Berthollet, Nysten, Dulong und Despretz. Am entscheidensten erscheint diess Resultat in Despretz Versuchen, der die Aushauchung von Stickgas gewöhnlich, aber bei Pflanzenfressern stärker als bei Fleischfressern fand. Diess Letztere ist deswegen unerklärlich, weil die Pflanzenfresser stickstoffärmere Nahrung als die Fleischfresser geniessen. Despretz fand, dass die Aushauchung von Stickgas $\frac{1}{7}$ — $\frac{1.1}{7}$ von demjenigen Sauerstoffgas ausmacht, welches beim Athmen verschwindet, ohne auf Kohlensäure verwandt zu werden. Am entscheidendsten liesse sich die Aushauchung von Stickgas in einer Luft ermitteln, die kein Stickgas enthält. So fanden Allen und Pepys allerdings, dass Meerschweinchen, die in Sauerstoff oder einem Gemenge von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas athmeten, Stickgas aushauchten. Diess Stickgas konnte nicht schon vorher in den Lungen gewesen seyn. Denn in Allen und Pepys Versuchen war die Menge des ausgehauchten Stickgases grösser als das Volum des athmenden Thiers. Aus diesen Versuchen scheint also hervorzugehen:

4) dass beim Athmen in atmosphärischer Luft Stickgas sowohl aus der Luft an das Blut treten, als Stickgas aus dem Blut frei werden kann, und dass man die Aushauchung des Stickgases deswegen nicht bemerkt, weil sie von der Absorption von Stickgas der Luft compensirt wird, und dass sie erst beim Athmen in stickstoffleerer Luft bemerklich wird. Edwards (*Ann. de chim. et de phys.* 22. 35.) erklärt aus der Ungleichheit der Aushauchung von Stickgas und der Aufnahme desselben die Ungleichheit in den Resultaten der Beobachter. Collard de Martigny (*J. d. physiol.* 1830.) fand eine Vermehrung des Stickstoffs beim Ausathmen, wie denn Collard auch eine Exhalation von Stickgas durch die Haut beobachtete. Da nun Stickgas, wie alle Gase, von den nassen thierischen Häuten und von der äussern Haut absorbirt wird, so nimmt Collard an, dass Absorption und zugleich Exhalation von Stickgas in den Lungen stattfinde, dass letztere aber grösser sey. Berzelius (*Jahrb.* 4. 217.) widersetzt sich der Vorstellung

von gleichzeitiger Exhalation und Aufsaugung von Stickgas, weil sie ungereimt sey.

2) *Vom Athmen im Wasser.*

Was den zuletzt berührten Gegenstand noch verwickelter macht, ist, dass die Fische nach A. v. Humboldt und Provençal auch ziemlich viel Stickgas aus dem Wasser absorbiren. Sie liessen in 4000 Cubikcentimeter Wasser 8 Stunden 30 Min. athmen. Vor dem Athmen enthielten 2582 Th. dieses Wassers 524 Th., nach demselben 453 Th. Luft. Den Verlust von 71 Th. halten sie für Wirkung der Respiration, und berechnen das Maass des excernirten und absorbirten Gases nach dem Unterschiede dessen, was vor dem Athmen in den 524 und nach dem Athmen in den 453 Theilen enthalten war. In jenen fanden sie 155,9 Sauerstoffgas, 347,1 Stickgas, 21,0 kohlensaures Gas; in diesen 10,5 Sauerstoffgas, 289,3 Stickgas, 153 kohlensaures Gas. Hiernach wären beim Athmen 145,4 Sauerstoffgas nebst 57,6 Stickgas absorbirt und 132 kohlensaures Gas excernirt. Treviranus vermuthet indess, dass die nach dem Athmen fehlenden 71 Theile Luft mit verschlucktem Wasser in den Magen gekommen seyen. Indessen haben v. Humboldt und Provençal doch keinen Verlust von Wasserstoffgas beobachtet, als sie Fische in luftleerem, bloss mit Wasserstoff und Sauerstoff künstlich geschwängertem Wasser athmen liessen. Schweigg. *J.* 1. *p.* 111.

Man sieht übrigens aus den von Humboldt und Provençal angestellten Versuchen, dass auch die Fische mehr Sauerstoffgas absorbiren, als Kohlensäure ausathmen. Die Kohlensäure beträgt höchstens $\frac{4}{5}$ des verschwundenen Sauerstoffs und oft nur $\frac{1}{2}$ desselben.

Nach den Untersuchungen von Humboldt und Provençal befinden sich die Fische in den Flüssen in Rücksicht auf den Sauerstoffgehalt der umgebenden Flüssigkeit in der nämlichen Lage, wie ein in einem Gasgemeng, welches weniger als 0,01 Sauerstoff enthält, athmendes Thier. Denn die im Wasser aufgelöste Luft geht nie über 0,027 des Volums des Wassers, und 0,31 von der aufgelösten Luft sind reiner Sauerstoff. Nach Treviranus Reduction der Beobachtungen von Humboldt und Provençal bilden 100 Gr. Schleihe beim Athmen 0,01 C. Z. Kohlensäure, in 100 Minuten, während 100 Gran Säugethier, wie wir oben gesehen, 0,52 bilden, also circa 50 Mal weniger in gleicher Zeit. Die Fische absorbiren nicht allein mit den Kiemen, sondern mit der ganzen Oberfläche Sauerstoffgas, wogegen sie Kohlensäure erzeugen. Diess geschieht im lufthaltigen Wasser, aber nicht in der freien Luft. Humboldt brachte den Kopf von Fischen in Halsbänder von Korkholz mit Wachsleinwand überzogen. Der Fisch wurde dann in ein cylindrisches Gefäss gebracht, so dass der Kork den Pfropf bildete, und Kopf und Kiemen nicht mit dem Seinewasser des Gefässes in Berührung waren. Die Fische lebten an 5 Stunden und veränderten das Wasser durch ihre Haut auf die bei dem Athmen gewöhnliche Art. Die Fische athmen mit den Kiemen, so lange sie nass sind, auch in freier Luft, und absorbiren nicht mehr und nicht weniger Sauerstoff, als in lufthaltigem Wasser.

So reducirte eine Schleihe in 19½ Stunden ein Gasvolumen von 133,9 Cub. Centimet. atmosphärischer Luft auf 122,9, und der Fisch hatte 0,52 Cub. Cent. Sauerstoffgas absorbirt. Hieraus ergiebt sich, dass das Athmen im Wasser sich weniger wesentlich vom Athmen in der Luft unterscheidet, als es auf den ersten Blick scheint. Zum Athmen in der Luft ist auch eine nasse innere Oberfläche der Lungen nöthig. Cobitis fossilis, der sich viel im Schlamm aufhält, verschluckt nach Erman Luft an der Oberfläche des Wassers, wonach die Luft im Darmkanal die beim Athmen gewöhnliche Veränderung erleidet, und die veränderte Luft durch den Darmkanal wieder entleert wird *).

Viele Thiere, welche durch Kiemen Wasser athmen, erzeugen durch die Kiemen merkwürdige Bewegungen in dem Wasser.

Diese Bewegungen sind zuerst bei den Salamanderlarven von Steinbuch (*Analecten zur Naturkunde. Fürth* 1802.) beschrieben und vollständig dargelegt, später von Sharpey (Froriep's *Not. N.* 618.) weiter verfolgt, und an mehreren Thieren beobachtet worden.

*) Die Schwimmblase der Fische enthält zwar auch sauerstoffhaltige Luft, allein diese Luft dringt nicht von aussen herein, sondern wird von der innern Oberfläche des Organes selbst abgesondert. Die darin enthaltene Luft enthält bald mehr, bald weniger Sauerstoffgas oder Stickgas als die atmosphärische Luft. Sauerstoffarme Luft fand darin Erman bei Landseefischen. Gilb. *Ann.* 30. 113. Dagegen fand Biot (Gilb. *Ann.* 26, 454.) bei Fischen, die in einer grossen Meerestiefe leben, in der Schwimmblase derselben eine Luft, die 69—87 proc. Sauerstoffgas enthielt, während das Meerwasser in der Tiefe nur 29 Sauerstoff u. 71 Stickstoff enthielt. Sonst ist der Luftgehalt bei derselben Fischart sehr veränderlich. Im Frühling und Sommer soll die Luft sauerstoffärmer als im Herbst seyn. Bisweilen fehlt das Sauerstoffgas gänzlich. Vergl. Delaroche Schweigg. *J.* 1. 161. Configliachi ebend. 137. Nach A. v. Humboldt und Provençal ist das mittlere Resultat einer grossen Menge von Versuchen über die Luft in der Schwimmblase der Karpfen 0,071 Sauerstoff, 0,052 Kohlensäure, 0,877 Stickstoff. Fische, denen man die Schwimmblase exstirpirt hatte, brachten beim Athmen nicht $\frac{1}{100}$ Kohlensäure hervor, obwohl sie viel Sauerstoff und Stickstoff absorbirten. Bei vielen Fischen communicirt die Schwimmblase durch einen Gang mit dem Schlunde, wie beim Karpfen. Die Oeffnung dieses Ganges ist zuweilen weit, beim Karpfen aber so eng, dass durch ihn keine Luft aufgenommen und vielleicht nur bei grosser Ausdehnung der Blase etwas ausgeschieden werden kann. Bei vielen Fischen fehlt diese Verbindung. Diese haben gewöhnlich ein rothes, gefässreiches, eigenthümliches Gewebe in den Wänden der Schwimmblase zur Absonderung der Luft, die auch in den Fischen mit Luftgang wahrscheinlich abgesondert wird; bei vielen Fischen fehlt die Schwimmblase ganz. Der Aal hat den Luftgang und jenes drüsige Gewebe. Bei den Sciaenen hat die Schwimmblase viele blinde hohle Fortsätze, die in einigen Arten verzweigt sind. Cuvier *hist. nat. des poiss. tab.* 138. 139. Bei mehreren Fischen der Gattungen Cyprinus, Cobitis, Sparus, Clupea existirt eine von E. H. Weber entdeckte Verbindung der Schwimmblase mit dem Gehörorgan, wovon später. Wenn die Schwimmblase der Fische zerrissen ist, so verlieren sie nicht immer und nothwendig das Gleichgewicht, sie fallen nicht immer auf die Seite. Wahrscheinlich ist ihre Luft bestimmt von Zusammendrücken der Bauchwände und Ausdehnung das specifische Gewicht des Fisches zu ändern. Vergl. G. Fischer *über die Schwimmblase der Fische. Lpz.* 1795. G. R. Treviranus *vermischte Schriften.* 2. *Bd.* 156.

Die Strömungen kommen auch an den primitiven äusseren Kiemen der Froschlarven, aber nicht an ihren späteren, inneren Kiemen, und eben so wenig an den Kiemen der Fische vor, welche das Wasser durch die Bewegung der Kiemendeckel erneuern. An den Kiemen der Muscheln und Anneliden dagegen sind die Strömungen allgemein.

Bei der Miessmuschel, Mytilus edulis, streicht das Wasser am hintern Ende des Thiers ununterbrochen in die Kiemenhöhle ein, und unfern desselben Orts durch eine besondere Oeffnung wieder aus.

Die Strömungen, welche die letzten Thiere erregen, rühren von den Bewegungen ihrer Wimpern her. Purkinje und Valentin haben die Wimpern aber auch an den Salamanderkiemen, ja sogar die Wimperbewegungen in allen Schleimhäuten der Amphibien, Vögel, Säugethiere (mit Ausnahme der Schleimhaut des Darms, der Harnwerkzeuge und männlichen Geschlechtstheile) entdeckt. Mueller's *Archiv*. 1834. *p*. 391. 1835. 128. 159. Purkinje *et* Valentin *de phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii continui in membranis cum externis tum internis animalium plurimorum. Wratisl.* 1835.

3. *Vom Athmen der Thiereier.*

Die Embryonen der Batrachier, der Haien und Rochen, und des Schwertfisches besitzen selbst äussere Kiemen im Foetuszustande zum Athmen des Wassers.

Mehrere Beobachtungen beweisen, dass die Eier der eierlegenden Thiere bei ihrer Entwickelung die Luft so verändern, wie erwachsene Thiere, und ohne atmosphärische Luft und lufthaltiges Wasser sich nicht entwickeln. So verdirbt der Embryo des Vogeleies, wenn das Ei mit einem Firniss oder Oel überzogen wird. Nach Michellotti's Versuchen mit Insekteneiern zersetzten diese während der Entwickelung die Luft, doch nur bei + 15° bis 20°, während sie unter 0 die Atmosphäre nicht verändern. In irrespirabeln Gasarten findet keine Entwickelung statt. Pfaff und Friedlaender *Französ. Ann.* 4. *H.* 48. Burmeister *Entomologie* 365. Vogeleier entwickelten sich im warmen Wasser nicht und eben so wenig nach Viborg's Versuchen in irrespirabeln Gasarten. *Abhandl. für Thierärzte und Oeconomen.* 4. 445. Dagegen will Erman (*Isis* 1818.) beim Bebrüten von Eiern in irrespirabeln Gasarten Entwickelung beobachtet haben. Schwann (*de necessitate aëris atmosph. ad. evol. pulli in ovo. Berol.* 1834. Mueller *Archiv.* 1835. *p*. 121.) hat dagegen mit sehr genauen Versuchen diejenigen von Viborg bestätigt. Er hat gezeigt, dass bei der Bebrütung von Hühnereiern in sauerstofffreien Gasarten zwar die Vergrösserung der Keimhaut, die Trennung in ein seröses und Schleimblatt, die Bildung der Area pellucida vor sich gehen, aber weder das Blut noch der Embryo gebildet wird. Eier, welche 24 Stunden in Wasserstoffgas bebrütet waren, entwickelten sich bei Fortsetzung der Bebrütung in atmosph. Luft weiter, dagegen die 30 Stunden und darüber in Wasserstoffgas bebrüteten Eier sich in der atmosph. Luft nicht weiter entwickelten.

Da die atmosphärische Luft durch die Poren der Eischale

freien Zutritt hat, so ist es fast unmöglich, dass nicht eine Wechselwirkung zwischen dem Blute in den Gefässen der Allantoïsblase des Vogeleies und der Luft stattfinde, ja es scheint sogar der Hauptzweck der Allantoide zu seyn, eine Gefässentwickelung möglichst nahe an die Oberfläche zu bringen. In den Eiern der Vögel verdunstet beständig Wasser aus dem Eiweiss, mögen die Eier bebrütet werden oder nicht. Diese Ausdünstung scheint in beiden Fällen ziemlich gleich zu seyn, und durch diese Ausdünstung des Wassers vermindert sich das Volum des Eiweisses in beiden Fällen, und weicht, je älter ein Ei wird, immer mehr von dem stumpfen Theil der Eischale zurück. Hierdurch entsteht ein Raum, der durch die Poren der Schale mit atmosphärischer Luft gefüllt wird. Bischof fand in dieser Luft mehr Sauerstoffgas als in der atmosphärischen Luft, indem es in verschiedenen Eiern von 22 bis $24\frac{1}{4}$ proc. vom Volum der Luft variirte. Schweigg. *J. N. R.* 9. 446. Dulk fand in dieser Luft $25\frac{1}{4}$—$26\frac{3}{4}$ Sauerstoffgas, beim Bebrüten nahm der Sauerstoffgehalt bis auf 17,9 proc. ab, und es fanden sich dafür 6 proc. Kohlensäuregas. Schweigg. *J.* 1830. 1. 363. Berzelius *Jahresb.* 11. 336.

Die erste Entwickelung des Eies der Säugethiere ist nicht allein ohne atmosphärische Luft, sondern selbst vor der Verbindung des Eies mit dem Uterus der Mutter möglich, wenn das Ei noch bloss von den Secreten des Uterus umgeben ist. Die Eier der Säugethiere athmen im gewöhnlichen Sinn des Wortes nicht, sondern dieser Process ist durch die Verbindung mit der Mutter ersetzt. Nach E. H. Weber's schönen Beobachtungen sind die Zotten der Placenta des Menschen, auf welchen die feinsten Zweigelchen der Nabelarterien in die feinsten Zweigelchen der Nabelvene übergehen, wie Quasten oder Franzen in die sehr dünnhäutigen venösen Sinus des Uterus der Mutter, welche zwischen den Läppchen der Placenta verlaufen, eingesenkt, und werden von dem Blute der Mutter umspült. Dagegen findet diese Umspülung bei den wiederkäuenden Thieren mit zerstreuten Placenten oder Cotyledonen nicht statt, sondern die Zotten der Cotyledonen stecken in scheidenartigen Vertiefungen des Uterus ganz lose inne, gleichsam wie Wurzeln im Boden. Diese Scheiden sind auf ihren Wänden bloss mit den Capillargefässen der mütterlichen Gefässe ausgekleidet, und es wird hier in diesen Scheiden wie auf der ganzen innern Fläche des Uterus eine weissliche Materie abgesondert. Eine Communication der Gefässhöhlen der Mutter und des Kindes findet übrigens hier so wenig wie beim Menschen statt.

Dass in der Placenta eine das Athmen der übrigen Thiereier ersetzende Function stattfinde, ist wahrscheinlich aus der tödtlichen Folge, welche die Unterbrechung des Blutlaufs in den Nabelgefässen hat, ferner aus dem Umstand, dass eben das Athmen zur Entwickelung der übrigen Thiereier nöthig ist und durch die Allantoide geschieht, welche dieselben Gefässe erhält, wie das Chorion des Menschen und der Säugethiere, Vasa umbilicalia, und weil endlich in einer und derselben Thierklasse lebendig gebärende und eierlegende Thiergattungen zugleich vorkommen. So entwickeln

sich die Eier der meisten Eidechsen und Schlangen in der Luft, die Eier der Lacerta crocea, der Blindschleiche und der Vipern im Eierleiter. Ja selbst in den Eiern der Eidechsen hat die Entwickelung des Embryo längst begonnen, wenn die Eier gelegt werden. Es scheint also, dass der Eierleiter, in dem die Eier der Vipern ohne nähere Verbindung mit der Mutter sich entwickeln, durch Absonderung eigenthümlicher Flüssigkeiten gleichsam das Athmen der übrigen Amphibieneier ersetze. Hiefür spricht, dass die Eischalenhaut der Lacerta crocea und der Vipern ein zartes Häutchen ist, während sie bei den eierlegenden Eidechsen und Schlangen sehr fest ist. v. Baer, Meck. *Arch.* 1828. 573. Unter den nackten Amphibien giebt es auch eierlegende und lebendig gebärende; die meisten legen Eier, der Erdsalamander brütet seine Eier im Eierleiter aus und gebiert lebendige Junge. Nun haben aber sowohl die einen als die andern schon im Foetuszustande äussere Kiemen. Bei den Fröschen und Kröten scheinen sie auf den Foetuszustand berechnet zu seyn; denn sie verschwinden sehr bald nach dem Auskriechen aus dem Ei, und an ihre Stelle treten innere Kiemen, während die äusseren Kiemen bei den Tritonen und Salamandern durch den Larvenzustand bleiben. Noch merkwürdiger sind aber die bei den Haifischen und Rochen vorkommenden Verhältnisse. Alle diese Thiere besitzen äussere Kiemenfäden im Fötuszustande. Siehe Leuckart *Untersuchungen über die äusseren Kiemen der Embryonen von Rochen und Haifischen. Stuttg.* 1836. Auch diese Thiere werden zum Theil ausser der Mutter, zum Theil im Eierleiter ausgebrütet; unter den Rochen ist die Gattung Raja, unter den Haifischen die Gattung Scyllium eierlegend. Die Zitterrochen Torpedo und die übrigen Haifische gebären lebendige Junge. Bei einer Gattung der Haifische, wohin der *γαλεὸς λεῖος* des Aristoteles gehört, findet sogar eine Verbindung des Dottersacks mit der Wand des Uterus statt, indem der ganz faltige Dottersack wie die Zotten der Cotyledonen des Wiederkäuer-Fötus zwischen die Falten eines mütterlichen Cotyledo des Uterus fest eingeschoben ist. Der Dottergang dieser Haifischgattung ist auch mit Zotten besetzt, zu einer Zeit, wo die äusseren Fötuskiemen schon ganz verschwunden sind *). Alles diess zeigt, dass die Bedingungen, unter welchen sich der Fötus der eierlegenden und lebendig gebärenden Thiere entwickelt, nicht sehr verschieden sind; und hierauf beruht die Supposition, dass die Placenta der Säugethiere das Athmen ersetze; jedoch ein merklicher Unterschied der Farbe zwischen dem Blute der Nabelarterien und dem Blute der Nabelvene findet bei dem Menschen und

*) Aristoteles und Stenonis haben diese Verbindung gekannt. Sie kömmt, wie ich an einem andern Orte zeigen werde, bei einer eigenen Gattung vor, die keine Spritzlöcher hat, aber weder Carcharias noch Lamna ist. Ihre Zähne unterscheiden sich von denen der Carcharias dadurch, dass sie nicht gezähnelt, sondern nur schneidend sind. Cuvier giebt von den Carcharias an, dass ihr Dottersack fest am Uterus anhänge, und dass ihr Dottergang mit Zotten besetzt sey. Aber ich finde den Dottergang der Carcharias ohne Zotten, und weiss nicht, ob auch diese die Verbindung haben.

den Säugethieren nicht statt. Einen solchen Unterschied haben Haller, Hunter und Osiander nie beobachtet. Autenrieth und Schuetz (*exp. circa calorem foetus et sanguinem. Tub.* 1795.) haben bei Kaninchen nie einen Unterschied der Farbe bemerken können. Eben so wenig Emmert bei Meerschweinchen. Reil's *Arch.* 10. 122. Dagegen an den Gefässen des Chorions der Vögel nach Blumenbach und Emmert einiger Unterschied der Farbe statt finden soll. Freilich wollten Herissant und Diest (Haller *Disp. V. p.* 516. 526.) und Baudelocque (Bichat *anat. gén.* 2. 465.) einen Unterschied bemerkt haben. Bichat erklärt sich einmal dagegen, *l. c. p.* 343. Ein andermal sagt er, dass der Unterschied bei Meerschweinchen nicht gross sey, *l. c. p.* 465. Auch ich habe bei Kaninchen, Meerschweinchen und Katzenfötus schon früher niemals einen Unterschied bemerken können. Und doch sind kleinere Thiere hier eben so gut, ja noch besser zu Beobachtungen geeignet, als grössere Thiere. Ich habe zwar auch zur selben Zeit, da ich als Studirender mich für jenen Gegenstand interessirte, einst bei Vivisection eines hochträchtigen Schaafes einen solchen Unterschied zu bemerken geglaubt, und andere Umstèhende glaubten es auch, und Joerg will am Chorion des Pferdes einen Unterschied bemerkt haben. Joerg *die Zeugung. Leipz.* 1815. 273. Allein meine späteren Beobachtungen sind jener einen vom Schaaf nicht günstig, sondern stimmen mit den von mir an kleineren Thieren früher gemachten Erfahrungen. Da in Bonn viel weibliche Schaafe geschlachtet werden, so kann man in der ersten Winterhälfte jederzeit Eier von den Schaafen (selbst von Kühen) mit sammt dem Uterus erhalten und man erhält sie oft noch warm. Regelmässig wurden mir im Winter solche Früchte zu anatomischen Zwecken zugebracht, und nie habe ich wieder einen deutlichen Unterschied wahrnehmen können. Auch nach E. H. Weber (*Anat.* 4 524.) findet kein Unterschied beider Blutarten beim Fötus statt, und die Geburtshelfer haben diesen auch nicht gesehen. Gleichwohl ist der Unterschied des Lungenvenenbluts von dem Körpervenenblut bei den Amphibien noch so deutlich, dass man beide Blutarten am linken und rechten Vorhof, ja selbst noch neben einander am Ventrikel an der Farbe unterscheidet. Bei den Fischen dagegen habe ich freilich bis jetzt noch keinen evidenten Unterschied des Blutes bemerkt, vielleicht weil sie in einem Medium athmen, welches nur 0,01 Sauerstoff enthält, während die Luft 0,21 enthält.

Das Blut der Nabelgefässe des Fötus färbt sich an der Luft hellroth, wie es Venenblut des Erwachsenen thut. Ich habe diess oft gesehen; vielleicht geschieht es ein wenig langsamer und weniger stark, was Fourcroy gesehen haben will. Das Blut der Nabelgefässe und des Fötus gerinnt weniger fest, wie schon Fourcroy sah und ich öfter beobachtet habe. Bei Vivisection eines hochträchtigen Schaafes gerann das in ansehnlicher Quantität gesammelte Nabelvenenblut langsamer als das Blut der Nabelarterien, wahrscheinlich, weil jenes zuerst gewonnen wurde. Ich habe auch schon früher gesehen, dass, als ich etwas Blut der Nabelgefässe eines Katzenfötus in ein mit Kohlensäuregas gefülltes Gläschen

fliessen liess, jenes dunkler, violett wurde. Dass diese Beobachtung richtig war, habe ich vor Kurzem am Blute eines Schaaffötus wieder gesehen. Auch hierin gleicht das Blut der Nabelgefässe dem Blute der Venen, das ebenfalls (nicht bloss Arterienblut) in Kohlensäure noch dunkler wird. Wenn man etwas Blut der Nabelgefässe in einem Uhrgläschen der Luftpumpe aussetzt, so verändert es seine Farbe nicht, es wird weder heller noch dunkler, und wenn ich es in einem frühern Versuch ein wenig dunkler zu sehen glaubte, so war diess gewiss, wie ich aus neueren Versuchen schliesse, nicht richtig beobachtet.

Erhitzt man Blut des Erwachsenen allmählig in einem Gefässe mit Gasentwickelungsrohr bis 200° F. (74,6 R.), also zuletzt über die Gerinnungshitze des Eiweisses, so entwickelt sich keine merkliche Quantität Luft aus dem Blute, weder Sauerstoffgas, noch Kohlensäuregas, und die übergehende Luft ist nur die unveränderte atmosphärische, die im Gefäss und Gasentwickelungsrohr enthalten war. H. Davy wollte zwar bei einem frühzeitigen Versuch dieser Art eine Entwicklung von Luft bemerkt haben. Indess ist hier leicht Täuschung möglich. Als ich auf jene Art das bei Vivisection eines trächtigen Schaafes erhaltene Nabelvenenblut erhitzte, so konnte der Erfolg auch kein anderer seyn. Die übergehende Luft konnte nur die unveränderte des Gefässes seyn. Eben so beim Erhitzen der durch Zerschneidung der Nabelgefässe und Placenta von Katzenfötus in warmem Wasser erhaltenen wässerig blutigen Auflösung.

Davy wollte einmal bei einer Temp. von 108 bis 200° F. (33,7 — 74,6 R.), als er frisches Arterienblut des Kalbes in eine an einem Ende verschlossene Glasröhre that und in Blut von derselben Art umstürzte und sie dann dem Sonnenlicht aussetzte, Sauerstoffgas entwickelt haben. Als ich nun früher bei Vivisection einer trächtigen Katze das Blut der zerschnittenen Nabelgefässe in Wasser auffing, und die Placenta in diesem Wasser zerschnitt, mit der blutigen Flüssigkeit ein kurzes am Ende verschlossenes Glasröhrchen füllte, in derselben Flüssigkeit umstürzte und nun dem Lichte aussetzte, konnte ich keine Entwicklung von Gasbläschen beobachten. Vor einiger Zeit habe ich diess mit Nabelvenenblut des Schaffötus so wiederholt, dass ich den Apparat gelinde erwärmte und selbst dann keine Anhäufung von Gasbläschen in dem Ende des Glasröhrchens bemerkt. Aber selbst am Arterienblute des Erwachsenen lässt sich Davy's Versuch nicht mit jenem Erfolg wiederholen, und es muss bei Davy eine Täuschung, vielleicht von mechanisch beigemengten Gasbläschen statt gefunden haben. Aus Allem geht nun hervor, dass sich das Blut des Fötus, seiner Arterien wie Venen, der Nabelarterien und der Nabelvene gar nicht merklich von dem Venenblute des Erwachsenen unterscheidet. Das Blut, welches durch die Nabelvene aus der Placenta zum Fötus zurückkehrt, wird theils durch den Ductus venosus Aurantii sogleich zum Körpervenenblute des Fötus in die Vena cava inf. geführt, theils gelangt es in die Pfortader, so dass es mit dem Pfortaderblute die Leber durchkreist, und nun erst zum übrigen Venenblute gelangt.

Einige haben behauptet, der Liquor amnii, wovon der Fötus umgeben ist, diene zum Athmen der Frucht durch die Haut, oder weil man Liquor amnii auch in die Luftröhre eingedrungen gefunden hat, zum Athmen durch die Lungen. Scheel *de liq. amnii nat. et usu. Hafn.* 1799. Leclarc und Geoffroy St. Hilaire haben dieses Athmen des Fötus angenommen. Ja, da Rathke bei dem Embryo der Wirbelthiere kiemenbogenartige Fortsätze am Halse entdeckt hat, so glaubten Andere, dass diese auch zum Athmen dienen könnten. Diese zarten Fortsätze mit Zwischenspalten können aber beim Vogelembryo nur in den ersten Tagen, z. B. am 3—4. Tag, wo ich sie gesehen, deutlich beobachtet werden, und sie sind nichts anders als ein allen Wirbelthieren gemeinsames Gerüst, auf dem sich bei den Fischen und einigen Amphibien, die als Larven oder später noch Kiemen haben, wirkliche Kiemenblättchen entwickeln, während diese Entwicklung bei den übrigen Thieren durchaus fehlt, und die Bogen in die Hörner des Zungenbeins umgewandelt werden. Vergl. oben pag. 298. Dass nun der Liquor amnii nicht zum Athmen dienen kann, geht schon aus den von mir in der Jugend angestellten Versuchen hervor, in welchen Fische im Liquor amnii der Kuh und des Schaafes bald starben und nicht länger als in Oel (40 Min.) lebten, während sie in derselben Quantität Rheinwasser sehr viel länger ausdauerten. Die Beobachtung von Lassaigne (*arch. gén. de méd.* 2. 308.), dass sich in dem Liquor amnii einer Sau Luft befand, welche sich hinsichtlich ihrer Zusammensetzung aus Oxygen und Azot sehr der atmosphärischen Luft näherte, kann nicht wohl richtig angestellt gewesen seyn, oder der Liquor amnii muss durch längeres Liegen des Eies, an der Atmosphäre oder durch Stehen des Liquor amnii an der Atmosphäre Luft absorbirt haben. Da ich mich unmöglich mit einigen früheren fehlerhaften Versuchen, aus welchen ich bereits auf den Mangel respirabler Luft in Liquor amnii schloss, befriedigen konnte, so habe ich mit Begierde die Gelegenheit ergriffen, diesen Gegenstand auf eine sorgfältige Weise zu ermitteln. Da man sich beim Erhitzen einer Flüssigkeit in einem Gefässe mit Gasentwicklungsrohr leicht bei Berechnung der in dem Gefässe vorhandenen Luft irren kann, so stellte ich den Versuch so an: Ich füllte ein anatomisches, 10 Zoll langes, $1\frac{1}{2}$ Zoll breites Glasgefäss von 17 Cubikzoll Inhalt, welches nach Cubikzoll graduirt worden, mit Liquor amnii des Schaafs, und stürzte es in einem Gefässe mit derselben Flüssigkeit um. Diess Gefäss machte ich mit warmem Wasser voll und erhitzte den ganzen Apparat bis zum Kochen in dem untern Theile der Flüssigkeit. Wenn sich hier eine Luftart in dem Liquor amnii der Glasröhre befand, so musste sie sich in dem obern Ende der Röhre ansammeln. Es entwickelte sich aber ausser dem sich wieder condensirenden und schnell verschwindenden Wassergas nur eine sehr kleine Menge Schaum, die noch nicht $\frac{1}{8}$ Cubikzoll Raum einnahm. So fand ich es auch in einem zweiten und dritten Versuch, und ich erhielt nicht mehr Luft, selbst als ich das Kochen lange fortsetzte. Prof. Bergemann war bei diesem Versuche gegenwärtig, und überzeugte sich, dass hierbei keine Luft entwickelt

wird. In einem 4. Versuche erhielt ich wirklich ein wenig Luft, die auch nach dem Erkalten noch nicht verschwunden war, es war aber sehr wenig und betrug, als ich sie in eine ganz kleine Eprouvette übergeleitet hatte, aus den 17 Cubikzoll Liquor amnii nur $\frac{1}{8}$ Cubikzoll. Diese Luft verminderte sich weder von Kalkwasser, noch von Auflösung von Schwefelkali und enthielt daher sicherlich weder respirirte Luft, Kohlensäure, noch respirable Luft. Vergl. Weber *Anat.* 4. 491.

Von meinen früheren Versuchen ist noch anzuführen, dass Kaninchenfoetus von 4 Zoll Länge, aus dem Uterus der lebenden Mutter genommen, mochten sie mit geschlossenen oder geöffneten Eihüllen der Luftpumpe ausgesetzt werden, nach 15 Min. scheintodt waren, und beim Herausnehmen wieder sich bewegten. Diess beweist aber nichts in der Frage über das Athmen. Die Luftpumpe hebt hier bloss den Luftdruck auf.

IV. Capitel. Von den Veränderungen des Blutes durch das Athmen.

Durch das Athmen wird das Blut hellroth, an der Oberfläche ebenso, wenn Venenblut an der Luft steht, und durch und durch hellroth, wenn Blut mit Sauerstoffgas geschüttelt wird. Hellroth wird das Blut auch bei Beimengung von Zucker, von Neutralsalzen, wie Salpeter, Glaubersalz, Salmiak, Kochsalz, kohlensaurem Kali. Kalilösung macht das Blut (wie ich sehe) braun, und es ist ein Irrthum, wenn in einigen Büchern das Gegentheil steht. In Ammoniakgas soll das Blut nach Thenard und Huenefeld kirschroth werden. Chlor macht das Blut braun, dann weiss, Säuren machen es braun, Kohlensäure aber dunkler roth, violett, zuletzt fast schwärzlich. Blausäure allein soll das Blut nach Wedemeyer heller roth machen (?). Nach Hertwich macht sie indess das Blut auch ganz dunkel. Froriep's *Not.* 759. Schwefelblausäure macht es nach Stevens dunkler. Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas, Salpetergas machen das Blut nach Huenefeld violett, Stickstoffoxydulgas, Hydrogengas, nach Huenefeld purpurfarben oder rothbraun. Blut mit Hydrogengas geschüttelt, sah ich seine Farbe gar nicht verändern. Kohlenwasserstoffgas soll nach Berzelius dem schon etwas dunkeln Blute eine hellere Farbe mittheilen. Man sieht, dass das Blut äusserst empfindlich für vielerlei Stoffe in Hinsicht seiner Farbe ist. Der Halitus des Blutes scheint eine wichtige Materie des Blutes zu seyn. Man weiss aber nicht, dass er im Arterien- und Venenblute verschieden wäre.

Die specifische Schwere des arteriösen und venösen Blutes ist nach J. Davy fast gleich, 105,03 : 105,49. Vergl. Burdach *Physiol.* 4. 381. Nach ihm verhält sich die Wärmecapacität des erstern zu der des letztern wie 10,11 : 10,10.

Das Arterienblut ist nach J. Davy um 1—1½° Fahrenh. wärmer als das venöse Blut (vergl. p. 86.), was Krimer und Scudamore bestätigen. Andere Beobachter hatten keinen Unterschied bemerkt. Burdach's *Physiol.* 4. 382. Nach Autenrieth, Mayer,

Davy, Berthold und Blundell gerinnt das Arterienblut schneller als Venenblut, wovon Thakrah das Gegentheil beobachtet hat. Burdach's *Physiol.* 4. 382. Nach Mayer, Blainville und Denis enthält das Venenblut etwas weniger Serum und mehr Kuchen. Das Arterienblut enthält nach Mayer mehr Faserstoff, und giebt ihn in dickern festen und glänzenden Bündeln, was schon Emmert sah, ab. Die grössere Menge des Faserstoffs im Arterienblut ist von Berthold und Denis (Burd. *Physiol.* 4. 382.) und von mir in einer Beobachtung bestätigt worden. Nach Denis verhalte sich der Gehalt von Faserstoff im venösen und arteriösen Blut beim Hunde wie 24 : 25, nach Berthold bei Ziegen wie 366 : 429, bei Katzen wie 474 : 521, bei Hammeln wie 475 : 566, bei Hunden wie 500 : 666. Nach meiner Beobachtung an der Ziege enthielt das Venenblut 0,395, das Arterienblut 0,483 Procent Faserstoff. Zieht man das Mittel aus diesen 6 Beobachtungen, so verhält sich der Faserstoff im Venen- und Arterienblute wie 24 : 29.

Die weichere Beschaffenheit des Faserstoffs im Venenblut, die schon Emmert beobachtete, könnte auf die Vermuthung führen, dass durch das Athmen der Faserstoff weiter ausgebildet werde. Indessen lässt sich die weichere Beschaffenheit auch aus der grössern Vertheilung der geringern Menge von Faserstoff in gleicher Quantität Blut ableiten. Die geringere Menge des Faserstoffs im Venenblute rührt auch wohl bloss von dem Verlust eines Theils des aufgelösten Faserstoffs in den Capillargefässen bei der Ernährung her, theils von der Abführung von aufgelöstem Faserstoff aus dem Gewebe der Organe durch die Lymphgefässe, eine Quantität Faserstoff, die erst wieder durch den Ductus thoracicus zum Venenblute gelangt. Dass aber das Athmen auf die Ausbildung des Faserstoffs dennoch einwirke, wird wahrscheinlich daraus, dass das Blut des Fötus viel weniger Faserstoff enthält, obgleich er mit Unrecht darin geläugnet wurde, und dass bei der Blausucht von Herzfehlern, wie Offenbleiben des Ductus Botalli oder des Foramen ovale im Septum atriorum (wegen geringerer Gerinnbarkeit des Blutes?) Neigung zu Blutungen beobachtet worden ist, obwohl die merkwürdige Neigung zum Verbluten aus kleinen Wunden von der Blausucht verschieden ist. Dass das venöse Blut weniger Cruor (Blutkörperchen) enthalte, wie Denis behauptet, halte ich für ganz hypothetisch. Wir besitzen kein Mittel, die Menge der Blutkörperchen in einer Blutart zu schätzen. Vergl. oben pag. 118. Denis *rech. exp. sur le sang humain. Paris.* 1830.

Die widersprechenden Beobachtungen über die Wassermenge in beiden Blutarten hat Burdach (*Physiol.* 4. 383.) zusammengestellt.

Eine Vergleichung beider Blutarten auf ihre letzten Bestandtheile ist von Abildgaard und Michaelis angestellt worden. Nach Abildgaard sollte Venenblut um $\frac{1}{11}$—$\frac{1}{10}$ weniger Nitrum zu alkalisiren vermögen, als Arterienblut. Pfaff, *Nord. Arch.* 1. 493. Michaelis hat beide Blutarten durch Verbrennung mit Kupferoxyd analysirt. Schweigg. *J.* 54. Er fand

	Kohlenstoff	Stickstoff.	Wasserstoff	Sauerstoff.
im venös. Eiweiss	52,650	15,505	7,359	24,484
» arteriösen »	53,009	15,562	6,993	24,436
im venösen Cruor	53,231	17,392	7,711	21,666
» arteriösen »	51,382	17,253	8,354	23,011
im ven. Faserstoff	50,440	17,207	8,228	24,065
» arteriösen »	51,374	17,587	7,254	23,785

Macaire und Marcet (*ann. d. chim. et phys. T.* 51. *p.* 382.) haben ähnliche Versuche mit ähnlichen Resultaten angestellt.

Hiernach scheint, dass der arteriöse Cruor weniger Kohlenstoff enthält, als der venöse, was sehr gut mit der Ausscheidung von Kohlenstoff als Kohlensäure in den Lungen stimmen würde. Das Arterienblut enthielt mehr Sauerstoff, was für eine Aufnahme von Sauerstoff in das Blut beim Athmen zu sprechen scheint. Indessen liesse sich doch auf diese gefundenen Verhältnisse nur dann Werth legen, wenn sie durch wiederholte Analysen beständig gefunden werden. Denn sonst kann ein kleiner Unterschied in der Austrocknung der zu analysirenden Stoffe schon grosse Differenzen in den Resultaten erzeugen.

Das arteriöse Blut wird in den Capillargefässen des Körpers dunkelroth, das venöse Blut wird in den Capillargefässen der Lungen hellroth. Hört das Athmen auf, so fliesst dunkelrothes Blut von den Lungen. Wird aber nach Tödtung eines Thieres das Athmen künstlich unterhalten, so wird das Blut in den Lungen auch wieder hellroth. Die Durchschneidung der Nerven der Lungen (nervi vagi) hebt diesen Process nicht auf, das Blut röthet sich dann eben so gut noch in den Lungen, so wie das Blut selbst ausser dem Körper noch an der Luft seine Farbe ins Hellrothe verändert, und Sauerstoff in die Venen der Thiere eingespritzt das Venenblut hellroth macht.

Die Kenntniss der Ursachen dieser Veränderungen führt zur Theorie des Respirationsprocesses und zur Entscheidung der Frage: ob die beim Athmen entweichende Kohlensäure aus dem Blute bloss ausgehaucht wird, oder durch Verbindung von Kohlenstoff des Blutes mit Sauerstoff der Luft sich erst bildet.

Die Thatsachen lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen.

1. *Venenblut wird unter der Luftpumpe nicht merklich heller.* Ich konnte an ganz frischem, noch flüssigem Venenblute des Menschen kein Hellerwerden beobachten. Wurde indess das Auspumpen längere Zeit fortgesetzt, so zeigte sich in Magnus Versuchen (Poggend. *Ann. XXXX.* 602.) eine geringe Veränderung der Farbe, ohne dass jedoch das Blut so hellroth wie arterielles geworden wäre. Das Hellrothwerden des Blutes beim Athmen kann also nicht bloss von Aushauchung der im Blute vorhanden gewesenen Kohlensäure herrühren, sondern die hellrothe Farbe des Arterienblutes rührt wahrscheinlich von der Aufnahme von Sauerstoff her.

2. *Auch das mit Kohlensäure künstlich imprägnirte Blut wird*

unter der Luftpumpe nicht hellroth. Ich goss circa eine Unze von geschlagenem Ochsenblut, das eine halbe Stunde vorher beim Schlachten gesammelt war, in eine mit Kohlensäure gefüllte enghalsige Flasche, verschloss dieselbe möglichst dicht, und schüttelte das Blut, wobei es schnell ganz violett dunkelroth wurde, worauf ich ein Uhrgläschen voll dieses Blutes, der Luftpumpe aussetzte, und keine Farbenveränderung bemerkte.

3. *Mit Kohlensäure künstlich imprägnirtes Blut wird an der Luft wieder etwas heller.* Diess habe ich bei derselben Gelegenheit beobachtet. Es scheint also auch hier ziemlich deutlich, dass das Hellrothwerden des Blutes an der Luft und beim Athmen nicht von der Entfernung von Kohlensäure aus dem Blute, sondern von der Einwirkung des Sauerstoffes herrührt.

4. *Mit Kohlensäure imprägnirtes, ganz dunkelviolettes Blut wird von Sauerstoffgas wieder hellroth.* Ich hatte vorher zwei Flaschen, die eine mit Kohlensäure, die andere mit Sauerstoffgas gefüllt. In die Flasche mit Kohlensäure goss ich etwas Ochsenblut, schüttelte es, bis es ganz violett-dunkelroth geworden, und liess es einige Zeit stehen. Dann goss ich das auffallend dunkle Blut in die mit Sauerstoffgas gefüllte Flasche, die ich schnell verstopfte, und schüttelte das Blut mit dem Sauerstoffgas, in dem es sehr schnell wieder hellroth, fast so hellroth wie arterielles Blut wurde.

5. *Wenn Blut, dass mit Kohlensäure künstlich imprägnirt ist, mit Sauerstoffgas geschüttelt wird, so enthält das Gas hierauf Kohlensäure.* Denn als ich nach dem Versuche Nr. 4. die Flasche in Wasser öffnete, und das Blut durch Verdünnung desselben mittelst Zugiessens von immer mehr Wasser zu entfernen suchte, die Flasche nun mit dem Finger unter dem Wasser schloss, und in einem Gefässe mit Kalkwasser umstülpte, entstand eine Trübung, während von dem Gas der Flasche etwas absorbirt wurde.

6. *Auch frisches Blut, das mit atmosphärischer Luft geschüttelt wird, giebt Kohlensäure ab;* wie die Versuche von Berthollet, Christison und mir beweisen. Berthollet in Schweigg *Journ.* 1. 181. Christison in Froriep's *Notizen* 644. Als ich 7 C. Z. Blut mit 10 C. Z. atmosphärischer Luft innerhalb 6 Stunden häufig geschüttelt, hatte sich $\frac{1}{2}$ C. Z. Kohlensäure gebildet. Siehe die früheren Auflagen dieses Handbuchs.

7. *Aus Venenblut lässt sich durch Erhitzung keine Kohlensäure entwickeln.* H. Davy beobachtete die Ausscheidung von Kohlensäure aus dem Arterienblut, 12 C. Z. Blut sollten 1,1 C. Z. Kohlensäure enthalten haben. Davy füllte auch eine kleine Schaafblase mit Venenblut des Menschen, tauchte sie darauf in Wasser von 112° F., und fing das sich entbindende Gas im pneumatischen Apparate auf. Es bestand aus Kohlensäure und aus wässerigem Dunst. Gilb. *Ann.* 12. 594. Dagegen konnten John Davy, Strohmeyer Bergemann und ich durch Erhitzung keine Luft aus Venenblut entwickeln. Bergemann und ich erhielten bei Erhitzung von 1 Pfund Blut bis 60°, später bis 70° und 74° R. oder 200° F. nur $\frac{6}{32}$ C. Z. Kohlensäure. Die Ursache, dass auf diese Weise keine merkliche Quantität frei wird, ist, wie Magnus zeigt, die, dass die Temperatur, bei welcher das Blut flüssig bleibt, zu gering

ist, um die Kohlensäure zu entbinden, und dass stärkere Erhitzung das Eiweiss des Bluts gerinnen macht. Eiweiss, das mit Kohlensäure vorher versetzt zum Gerinnen gebracht wird, setzt seine Kohlensäure auch nicht durch Wärme ab.

8. *Dagegen lässt sich sowohl durch die Luftpumpe, als durch Hindurchleiten von Wasserstoffgas oder Stickgas Kohlensäure aus dem Venenblute frei machen.* Vogel fand, dass das Blut unter der Luftpumpe schäumend Gas entwickelte, und dass sich beim Hindurchleiten des Gases durch Kalkwasser ein wenig kohlensaurer Kalk bildete. Schweigg *Journ.* 11. 401. Aehnliche Beobachtungen hat Brande gemacht; er mittelte aus, dass in Arterien- und Venenblut Kohlensäure sich befindet, und dass davon in einer Unze Blut 2 C. Z. enthalten seyen. *Ann. de chim. et de phys.* 10. 207. Home und Bauer bestätigten diess, indem Barytwasser mit Blut zugleich unter der Luftpumpe kohlensauren Baryt bildete. *Philos. Transact.* 1818. 172. Meckel's *Archiv* 5. 369. *Philos. Transact.* 1820. Endlich hatte auch Scudamore (*an essay on the blood. Lond.* 1824.) Kohlensäure im Blute beobachtet. Reid Clanny fand neulich, dass in 16 Unzen Blut 1 C. Z. Kohlensäure enthalten sey. Behrends *Rep. der med. J. Mai* 1832. Vergl. Mueller's *Archiv.* 1835. 120. Vergl. Collard de Martigny *Journ. de physiol.* 10. 126.

Dagegen beobachtete John Davy ganz das Gegentheil dieser Erfahrungen, dass nämlich frisch gelassenes Blut keine Spur von Kohlensäuregas, weder im luftleeren Raum, noch beim Erhitzen bis zum Gerinnen in Destillationsgefässen abgiebt; dass das Blut vielmehr $\frac{1}{4}$ seines Volums Kohlensäuregas absorbirt (von Mitscherlich, Tiedemann und Gmelin bestätigt), welches dabei vom Alkali im Blute gebunden wird, so dass es selbst bei einer Temp. von 93° C. daraus nicht wieder zu erhalten ist. *Journ. de chim. méd.* 5. 246. *Jahresb.* von Berzelius. 10. 233. Froriep's *Not.* 21. 209. Auch Strohmeyer (Schweigg. *Journ.* 1831.), Tiedemann, Gmelin, Mitscherlich (*Zeitschr. für Physiol.* 5.) und ich selbst konnten keine Entwickelung von Kohlensäure durch die Luftpumpe wahrnehmen. Siehe die früheren Auflagen dieses Handbuchs.

Mit diesen Thatsachen standen wieder Versuche von Hoffmann und Stevens in Widerspruch, nach welchen sich zwar durch die Luftleere und Wärme keine Kohlensäure aus dem Blute entwickeln lässt, wohl aber, wenn dasselbe mit einer andern Gasart, z. B. Wasserstoffgas, geschüttelt wird. Mueller's *Archiv.* 1835. 119.

Diese Beobachtungen sind neuerlichst von den verschiedensten Seiten bestätigt worden. Bertuch und Magnus hatten sich schon seit geraumer Zeit davon überzeugt, und ich hatte das Resultat ihrer Versuche vorläufig im *Archiv* 1836. *CXXVII.* angeführt. Zu demselben Resultat ist Bischoff durch genaue Versuche gelangt. *Commentatio de novis quibusdam experimentis chemico-physiologicis ad illustrandam theoriam de respiratione institutis. Heidelb.* 1837. Und auch Gmelin hat sich von der Existenz der Kohlensäure im Blut überzeugt. Aus allen diesen Versuchen geht hervor, dass sowohl

Wasserstoffgas als Stickgas durch Venenblut durchgeleitet, Kohlensäure daraus aufnehmen, und diese Quantität ist nach Magnus Versuchen selbst nicht kleiner, als wenn man atmosphärische Luft hindurcheitet. Die durch Wasserstoffgas erhaltene Kohlensäure beträgt wenigstens $\frac{1}{5}$ vom Volumen des Blutes. Bischoff erhielt auch mittelst der Luftpumpe Kohlensäure wiewohl in sehr geringer Menge. Magnus beobachtete wiederholt, dass aus dem Blute nur dann eine wahrnehmbare Menge Kohlensäure entweicht, wenn die Spannkraft der über dem Blute enthaltenen Luft nur noch 1″ Quecksilber beträgt, woraus sich nun das frühere Resultat so vieler Beobachter erklären lässt.

9. *Aus arteriellem Blut lässt sich durch Erhitzung keine merkliche Quantität Luft entwickeln, wohl aber vermittelst der Luftpumpe.* H. Davy beobachtete im Jahre 1799, dass 12 Unzen arterielles Kalbsblut eine Stunde lang bei einer Temperatur von 96—108—200° F. erhitzt, 1,8 C. Z. Gas gaben, wovon 1,1 C. Z. Kohlensäure und 0,7 C. Z. Sauerstoff waren. Gilb. *Ann.* 12. 593. Collard de Martigny erhielt mit der Luftleere aus arteriellem Blut nur Kohlensäure, aber kein Sauerstoffgas. Durch Erhitzen von geschlagenem arteriellem Ziegenblut erhielt ich nur äusserst wenig Luft. Von diesem Blut wurde eine an einem Ende verschlossene weite Glasröhre von 12 C. Z. Inhalt gefüllt und im Quecksilber umgestürzt. Bei der Erwärmung des Apparates durch Wasser von 50—52° R. in mehreren Stunden, entwickelte sich nur sehr wenig Luft, die in eine Eprouvette übergeleitet noch nicht $\frac{1}{16}$ C. Z. betrug, wovon Phosphor $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{4}$ absorbirte.

Durch den von Magnus angewandten luftleeren Raum liess sich nicht bloss eine ansehnliche Quantität Luft aus arteriellem Blute entwickeln: der Apparat war auch so eingerichtet, dass sich die entwickelten Gase leicht sammeln liessen. Aus diesen Versuchen ging mit Sicherheit hervor, dass das arterielle Blut nicht weniger Luft als das venöse aufgelöst enthält.

10. *In beiden Blutarten ist Kohlensäure, Stickgas und Sauerstoffgas enthalten, aber in verschiedenem Verhältniss, im Venenblut mehr Kohlensäure als im arteriellen Blut, in diesem mehr Sauerstoffgas als in jenem; der Stickgasgehalt ist nicht constant verschieden.* Dieses wichtige und über die Theorie vom Athmen entscheidende Resultat ist durch die höchst sorgfältigen und genauen Versuche von Magnus gewonnen worden. Die folgende Tabelle stellt die angestellten Versuche übersichtlich dar.

Cubikcentimeter.

Blut von einem Pferde	125	gaben	9,8	Luft	5,4 Kohlensäure 1,9 Sauerstoff 2,5 Stickstoff
Venöses Blut vom Pferde	205	»	12,2	»	8,8 Kohlensäure 2,3 Sauerstoff 1,1 Stickstoff
Dasselbe Blut	195	»	14,2	»	10,0 Kohlensäure 2,5 Sauerstoff 1,7 Stickstoff

	Cubikcentimeter.				
Arterielles Blut vom Pferde	130	gaben	16,3	Luft	10,7 Kohlensäure 4,1 Sauerstoff 1,5 Stickstoff
Dasselbe Blut	122	»	10,2	»	7 Kohlensäure 2,2 Sauerstoff 1 Stickstoff
Venöses Blut von denselben	170	»	18,9	»	12,4 Kohlensäure 2,5 Sauerstoff 4,0 Stickstoff
Arterielles Blut vom Kalb	123	»	14,5	»	9,4 Kohlensäure 3,5 Sauerstoff 1,6 Stickstoff
Dasselbe Blut	108	»	12,6	»	7,0 Kohlensäure 3,0 Sauerstoff 2,6 Stickstoff
Venöses Blut von demselben Kalbe	153	»	13,3	»	10,2 Kohlensäure 1,8 Sauerstoff 1,3 Stickstoff
Dasselbe	140	»	7,7	»	6,1 Kohlensäure 1,0 Sauerstoff 0,6 Stickstoff

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass der Sauerstoff in der vom venösen Blut erhaltenen Luft höchstens $\frac{1}{4}$, oft nur $\frac{1}{5}$ von der gefundenen Kohlensäure beträgt, während er im arteriellen Blute wenigstens $\frac{1}{3}$ und fast die Hälfte derselben ausmacht. Die von dem Blute erhaltenen Luftmengen betragen durchschnittlich $\frac{1}{10}$ bisweilen $\frac{1}{8}$ vom Volumen des Blutes.

Man darf sich dieselben übrigens nicht im gasförmigen Zustande vertheilt im Blute denken; die Gase sind im aufgelösten Zustande vorhanden, so wie Sauerstoffgas und Stickgas im Wasser der Flüsse und Seen aufgelöst, aber nicht als Gase enthalten sind.

Dass die Gase mehr sich mit den Blutkörperchen verbinden als mit der Blutflüssigkeit, lässt sich aus der Farbenveränderung des Blutes im Allgemeinen nur vermuthen. Diese Körper werden unaufhörlich in den Lungen hellroth, in den Capillargefässen des übrigen Körpers dunkelroth. Vielleicht sind sie Träger für die Stoffveränderungen beim Athmen, eine blosse Vermuthung indess, die wir in der ersten Auflage dieses Handbuchs p. 343. ausgesprochen. Dass diese Körperchen im arteriellen und venösen Blute des Frosches in der Gestalt und Grösse nicht im mindesten verschieden sind, davon habe ich mich auf das Bestimmteste überzeugt.

11. *Dunkelrothes Blut wird durch Beimengung von Neutralsalzen auch heller, entwickelt aber dabei keine Kohlensäure.* Ich füllte eine Eprouvette mit *geschlagenem* Ochsenblut, setzte eine ansehnliche Quantität Salpeter hinzu, und stürzte die Eprouvette in einem Gefäss mit geschlagenem Ochsenblut um, und erhitzte den Apparat. Es entwickelte sich kein Gas.

Stevens (*observ. on the healthy and diseased properties of the*

blood. Lond. 1832.) hat einige interessante Beobachtungen über den Antheil der Salze an der hellern Farbe des Bluts gemacht.

12. *Die rothe Farbe des Blutcoagulums wird im destillirten Wasser dunkler, und zwar schwärzlich.* Dass Blutcoagulum in destillirtem Wasser, welches die Salze auszieht, dunkel und von Salzlösung wieder heller roth wird, hat R. Froriep bestätigt. Froriep's *Not.* 759. Diese Färbung erfolgt auch im luftleeren Raum. Mueller's *Archiv.* 1835. 119. Hieraus schliesst Stevens, dass nicht das Oxygen der Atmosphäre, sondern dass das salzhaltige Serum das Blut hell färbe, daher sey bei Mangel der Salze im Blut, wie in der Cholera, im gelben Fieber, das Blut dunkler, röthe sich an der Luft nicht, wohl aber bei Zusatz von Salzen. Hieraus schliesst nun Stevens, dass die dunkle schwärzliche Farbe des Blutes die natürliche des Farbestoffs sey, und dass der Farbestoff der Blutkörperchen nur so lange roth sey, als er mit salzigen Theilen des Serums in Berührung ist. Daher könne sich Blutcoagulum, das in destillirtes Wasser getaucht worden, an der Luft nicht mehr hellroth färben, es färbe sich aber sogleich, wenn man es in eineSalzlösung tauche. Stevens hält die Kohlensäure im Venenblut für die Ursache der dunkeln Farbe dieses Blutes; sobald diese an der Atmosphäre oder beim Athmen aus dem Blute entfernt werde, werde das Blut von selbst und nicht durch den Sauerstoff hellroth. Wenn diess richtig wäre, so müsste Venenblut unter der Luftpumpe hellroth werden, was nicht der Fall ist. Ebenso müsste das dunkelrothe Blut auch im Wasserstoffgas hellroth werden, weil darin eben so gut Kohlensäure sich entwickeln kann, indem ja eine mit Wasserstoffgas gefüllte Blase Kohlensäuregas bis zum Zerplatzen anzieht. S. p. 244. Ohne die Nothwendigkeit der Salze im Blute zur Erzeugung der hellrothen Farbe zu leugnen, muss man doch gestehen, dass der Sauerstoff, wenn er auf die von salzigem Serum umgebenen Blutkörperchen wirkt, die Ursache zur hellern Färbung wird, ohne dass der Salzgehalt im Blute sich ändert. Vergl. Bischoff a. a. O.

V. Capitel. Von dem chemischen Process des Athmens.

Es würde eine sehr falsche Vorstellung seyn, wenn man sich dächte, während des Einathmens dringe der Sauerstoff der eingeathmeten Luft durch die Capillargefässhäute in den Wänden der Lungenzellen bis zu dem Blute derselben ein, und beim Ausathmen werde Kohlensäure aus dem Blute durch die Gefässwände hindurch ausgehaucht. Die Aufnahme von Sauerstoff in das Blut, welches durch die Capillargefässe der Lungenzellenwände strömt, und die Aushauchung von Kohlensäure findet vielmehr beständig ohne Unterbrechung, sowohl während des Ausathmens, als während des Einathmens statt. Die Bewegung des Einathmens und Ausathmens ist nichts anders, als eine abwechselnde Erweiterung und Verengerung der Brust und der Lungen; die Lungen werden dabei nie leer von Luft, und enthalten unter fortdauernder Auf-

nahme von Sauerstoff ins Blut, und Aushauchung von Kohlensäure, theils atmosphärische Luft, theils etwas der ausgehauchten Kohlensäure. Durch das Ausathmen wird die veränderte Luft nur grossentheils entfernt, und die Luft der Lungen erhält einen neuen Zufluss respirabler atmosphärischer Luft. Bei vielen Thieren fehlen die Athembewegungen am Athemorgane ganz, und es findet nur der beständige Stoffwechsel statt, wie an den vorstehenden unbeweglichen Kiemen der Salamanderlarven.

Wie der Sauerstoff der Atmosphäre beständig durch die Wände der Lungenzellen in das diese Wände durchströmende Blut, und aus demselben durch die Wände der Zellen die Kohlensäure gelange, bedarf keiner Erklärung, nachdem im vorigen Buch pag. 242. die Permeabilität der weichen thierischen Theile, namentlich Häute, für flüssige und gasförmige Stoffe erwiesen worden ist. Eine nasse Thierblase, welche mit einer von der Atmosphäre verschiedenen Luftart gefüllt ist, enthält nach einiger Zeit diese Luft nicht mehr, sondern atmosphärische Luft. Beiderlei Luftarten setzen sich durch die Wände der nassen Blase hindurch ins Gleichgewicht der Vertheilung. Derselbe Process findet zwischen zwei verschiedenen Lösungen statt, die eine thierische Membran von 2 Seiten berühren. Dunkelrothes Blut in einer nassen Thierblase soll sich durch die Wände der Blase hindurch von der atmosphärischen Luft hellroth färben. Durch die feinen Wände der Lungenzellen muss diese Durchdringung ausserordentlich schnell geschehen, und das die Capillargefässe dieser Lungenzellenwände durchströmende Blut muss dieser Aufnahme theilhaftig werden. Hierzu kommt, dass das Blut, namentlich die rothen Blutkörperchen, eine ausserordentlich grosse Verwandtschaft zu dem Sauerstoff haben, indem sich dunkles Blut auch ausser dem Körper schnell auf der Oberfläche hellroth färbt, wobei Kohlensäure aus dem Blute ausgehaucht wird. In der That dauert die beständige hellrothe Färbung des Blutes in den Lungen selbst nach Durchschneidung der Lungennerven, Nervi vagi, fort.

Die Vertheilung des Blutes in so unendlich viele feine Capillargefässe in den Wänden der Lungenzellen hat also offenbar den Zweck, den Contact der kleinsten Theilchen des Blutes mit der Luft in der ungeheuren Oberfläche aller Lungenzellen zu vermehren, indem die ganze, die Lungen durchströmende Blutmasse auf dieser ungeheuren Contactsfläche vertheilt wird. Ob das Gewebe der Lungen einen specifischen Einfluss auf Veränderung der Atmosphäre besitzt, der grösser ist, als in anderen Theilen, ist immer noch zweifelhaft, da die Blutkörperchen selbst hierbei die Hauptrolle zu spielen scheinen, da auch gleiche Veränderungen der Luft von andern thierischen Oberflächen wie auf der Haut der Fische und Frösche, im Darmkanal (bei Cobitis fossilis) stattfinden, da nach Durchschneidung der Lungennerven der chemische Process des Athmens fortdauert. Endlich leben die Frösche nach meinen Versuchen nach Unterbindung und Ausschneidung der Lungen, selbst noch 30 Stunden durch Athmen mit der Haut in der Luft fort, während sie in ausgekochtem Wasser untergetaucht, viel schneller sterben. Die Lungen

sind durch ihre Organisation, durch die Feinheit der zu durchdringenden Membran, durch die Grösse der Contactsfläche der am meisten geeignete Theil zu dem chemischen Processe des Athmens.

Ueber die Theorie des chemischen Processes beim Athmen sind verschiedene Ansichten aufgestellt worden.

1. Nach Lavoisier, Laplace und Prout haucht das Blut beständig in die Lungenzellen eine Flüssigkeit aus, die vorzüglich Kohlenstoff und Wasserstoff enthält. Diese vereinigen sich mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure und Wasser, welche beim Ausathmen entfernt werden. Diese Annahme einer aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehenden Flüssigkeit ist vom chemischen Gesichtspunkte sehr gewagt. Gmelin's *Chem.* 4. 1529. Da man bei dieser Theorie die thierische Wärme aus der Kohlensäure- und Wasserbildung ausser dem Blute, nämlich innerhalb der Lungenzellen erklärt, so muss bemerkt werden, dass die Lungen im Allgemeinen keineswegs wärmer als andere Theile sind.

2. Die von den meisten Chemikern getheilte Ansicht ist die von H. Davy, dass die Luft durch die Wände der Lungenzellen in das Blut der Capillargefässe eindringe, dass die nun im Blute aufgelöste Luft wegen Verwandtschaft des Sauerstoffs zu den Blutkörperchen zersetzt und Kohlensäure frei wird, wobei zugleich der grösste Theil des Stickstoffs wieder entweiche. Gilb. *Ann.* 19. Davy gab nach seinen Athemversuchen mit oxydirtem Stickgas und Wasserstoffgas zu, dass etwas kohlensaures Gas aus dem venösen Blute selbst entwickelt werde. Nach der letztern Ansicht nimmt man die Wärmeerzeugung von der Kohlensäurebildung im Blute der Lungen an, und dieser sind die Beobachtungen von J. Davy günstig, dass das Blut des linken Herzens und der Arterien (Carotis) um 1—$1\frac{1}{2}$° Fahr. wärmer seyn soll, als im rechten Herzen und in den Venenstämmen (Jug.)

3. Einige, welche von der Thatsache ausgehen, dass beim Athmen mehr Sauerstoff verschwindet, als Kohlensäure gebildet wird, die Kohlensäurebildung in den Lungen oder in den Gefässen der Lungen zugeben, aber die Wassererzeugung leugnen, nehmen an, dass durch Verbindung von Sauerstoff der Luft mit Kohlenstoff des Blutes Kohlensäure sogleich beim Athmen entstehe, dass jener Antheil von Sauerstoff, der nicht auf Kohlensäurebildung verwandt werde, mit dem Blute gebunden werde, und daher das Blut hellroth färbe, dass die Blutkörperchen mit gebundenem Sauerstoffe das Leben der organischen Theile anregen. Dass beim Athmen mehr Sauerstoff verschwindet, als Kohlensäure gebildet wird, berechtigt durchaus nicht zu der Annahme von Lavoisier, Laplace, Dulong und Despretz, dass dieser Antheil von Sauerstoff auf die Bildung des ausgeathmeten Wassers durch Verbindung von Wasserstoff des Blutes und Sauerstoff verwandt werde. Das in den Lungen ausdünstende Wassergas aus einer Erzeugung von Wasser aus Elementen abzuleiten, ist auch überaus gewagt, weil unter den obwaltenden Umständen von nassen thierischen Oberflächen, besonders bei der Temperatur der warmblütigen Thiere, Wasser verdunsten muss. Die Hypothese der Wassererzeugnng in den

Lungen ist daher bloss zum Vortheile der Verbrennungstheorie von LAVOISIER und LAPLACE erfunden, aber nicht erwiesen worden. Nach den Versuchen von COLLARD DE MARTIGNY wird in jeder Gasart, z. B. auch Wasserstoffgas, Wassergas ausgeathmet, wo also kein Sauerstoff zur Erzeugung von Wasser vorhanden war (doch ist nach meiner Ansicht dieser Versuch nicht ganz stringent, weil Thiere, die in irrespirable Gasarten gebracht werden, immer noch atmosphärische Luft in den Lungen haben). Nach MAGENDIE soll sich die Quantität des beim Athmen transpirirten Wassers vermehren, wenn man einem Thiere Wasser von der Temperatur des Körpers in die Venen injicirt. MAGENDIE *précis élémentaire de physiologie.* 2. *éd.* 2. 246. Man kann daher wohl die Wassererzeugung in den Lungen nicht anders als eine der gewagtesten Hypothesen ansehen, welche nur von Chemikern, nicht von Physiologen lange Zeit hin angenommen werden konnte, und es ist ganz einfach, die Aushauchung von Wasser aus den Lungen gleichwie von der Haut als eine blosse Aushauchung aus dem Blute zu betrachten, obgleich diese Aushauchung nicht eine rein physikalische Verdampfung ist, wie sich deutlicher bei der Hautausdünstung im 7. Abschn. dieses Buches ergeben wird. Da nun kein Wasser in den Lungen erst entsteht, so muss jedenfalls dasjenige Sauerstoffgas, welches nicht auf ein gleiches Maass Kohlensäure beim Athmen verwandt wird, wirklich ins Blut übergehen; dieser verschwindende Ueberschuss von Sauerstoffgas ist schon in den meisten Versuchen über das Athmen in der Luft und im Wasser vollkommen constatirt. Offenbar wird also ein grösserer oder geringerer Theil des Sauerstoffs der Luft mit dem Blute verbunden, und ist die Ursache der hellrothen Färbung des Arterienblutes und des Blutes an der Luft. Wie man weiss, wird auch ein Gemeng von Blutkörperchen und Serum, oder geschlagenes Blut durch blosses Hindurchstreichen von Sauerstoffgas durch und durch hellroth. Für diese Bindung von Sauerstoff an das Blut spricht auch die Beobachtung, dass beim Schütteln von Luft und Blut sehr viel mehr Sauerstoffgas absorbirt, als Kohlensäure gebildet wird. Es sprechen ferner dafür NYSTEN's Versuche mit Gaseinspritzungen in die Adern der Thiere, wobei Sauerstoffgas das dunkelrothe Blut in den Venen hellroth färbte, wo also gar keine gebildete Kohlensäure ausgeschieden wurde. NYSTEN *rech. de physiol. et de chim. pathol.*

4. Nach LAGRANGE und HASSENFRATZ wird der Sauerstoff der atmosphärischen Luft nur locker vom Blute gebunden (im Blute aufgelöst oder mit den Blutkörperchen verbunden), und bildet erst während der Circulation mit dem Kohlenstoffe des Blutes Kohlensäure, die im Blute absorbirt ist, bis sie in den Lungen aus dem Blute frei wird. LAGRANGE stützte diese Ansicht zum Theil darauf, dass arterielles Blut in verschlossenen Gefässen nach einiger Zeit von selbst wieder dunkler wird. Da nun das arterielle Blut bis in die feinsten Arterien immer noch hellroth ist, und beim Durchgang durch die Capillargefässe des Körpers erst dunkelroth wird, so kann man, wenn man der Ansicht von LAGRANGE

zugethan ist, die Kohlensäurebildung doch nur in den Capillargefässen des Körpers annehmen. Nach dieser Ansicht muss das Venenblut vorzüglich Kohlensäure aufgelöst enthalten, das Arterienblut muss locker gebundenen Sauerstoff enthalten. Diese Ansicht war immer unter einem grossen Theil der Physiologen verbreitet, und stützte sich früher auf die Versuche von Vogel, Home, Brande, Scudamore, Collard de Martigny, dass Venenblut wirklich Kohlensäure enthalte, und H. Davy's Versuch, dass sich aus Arterienblut Sauerstoffgas entwickeln lasse. Nach dieser Theorie ist es erklärlich, warum die Lungen nicht wärmer als andere Theile sind. Fr. Nasse hat in einer ausgezeichneten Abhandlung über das Athmen (Meck. *Arch.* 2. 195. 435.) alle früheren diese Ansicht stützenden Thatsachen zusammengestellt. Widersprechende Versuche, die oben mitgetheilt worden, hatten diese Ansicht wieder zweifelhaft gemacht. Durch die Beobachtungen von Stevens, Hoffmann, Bischoff, Bertuch über den Kohlensäuregehalt des Venenblutes und besonders durch diejenigen von Magnus über den Luftgehalt beider Blutarten ist indess diese Theorie die wahrscheinlichste geworden.

5. Vor Kurzem hat Stevens eine eigenthümliche Ansicht über den chemischen Process des Athmens aufgestellt, welche auf den ersten Blick sinnreich erscheint. Stevens sagt, der Farbestoff der Blutkörperchen ist an sich dunkel, durch das Serum wird er hellroth, weil die Salze das Blut hellroth machen. Die hellrothe Farbe ist daher die natürliche Farbe der Blutkörperchen, so lange sie von Serum umgeben sind. Bringt man Wasser mit hellrothem Blutcoagulum zusammen, so wird das hellrothe Blut dunkel, weil das Serum des Coagulums ausgewaschen wird. Kohlensäure macht das hellrothe Blut dunkel. Diese Kohlensäure entsteht nach Stevens in den Capillargefässen des Körpers, daher ist das Venenblut dunkel; in den Lungen wird diese Kohlensäure ausgeschieden, daher tritt wieder die natürliche Farbe des Blutes, die hellrothe, ein, ohne dass der Sauerstoff die Ursache der hellrothen Färbung wäre. Wäre Stevens Ansicht richtig, so müsste Venenblut unter der Luftpumpe durch das Entweichen der Kohlensäure zum hellrothen Blute werden. Diess geschieht aber nicht, wie wir oben gesehen haben. Das ins Blut aufgenommene Sauerstoffgas muss daher einen wesentlichen Antheil an der hellrothen Farbe des Blutes haben. De Maack (*de ratione quae colorem sanguinis inter et respirationis functionem intercedit. Kil.* 1834.) fand, dass der oxydirte sowohl als der kohlensaure Cruor von schwärzlicher Farbe ist, wenn er nicht mit einer Neutralsalze haltigen Flüssigkeit in Berührung kommt. Salze machen beide heller roth, die kohlensauren nur bis zur Farbe des Venenblutes, die oxydirten bis zur Farbe des Arterienblutes. Der Verf. fand übereinstimmend mit Berzelius, dass Blutwasser nur äusserst wenig Sauerstoffgas absorbirt und keine Kohlensäure aushaucht. Dagegen absorbiren $2\frac{1}{2}$ Maass Farbestoffauflösung von 2 Maass Sauerstoffgas $1\frac{1}{2}$ Maass, und werden dann durch Berührung mit einer salzhaltigen Flüssigkeit hellroth. Der Verfasser nimmt an, dass der koh-

lensaure Cruor durch Sauerstoffgas zersetzt werde, so dass der Cruor oxydirt, die Kohlensäure aber frei werde, gleichwie das kohlensaure Eisenoxydul an der feuchten Luft zersetzt, und in Eisenoxydhydrat verwandelt wird.

6. Verschieden von dieser ist wieder folgende Ansicht, dass die Kohlensäure nicht durch Verbindung von Sauerstoff der Luft und Kohlenstoff des Blutes entstehe, weil die Aushauchung von Kohlensäure in sauerstofffreien Gasen fortdauere, dass daher die Kohlensäure aus den letzten Bestandtheilen des Blutes sich wie andere Secreta bilde. Mann kann für diese Vorstellung die Absonderung verschiedener Gase durch die Schwimmblase der Fische anführen. Nach dieser Ansicht wäre die Kohlensäure nicht im Venenblute nothwendig präexistirend, sondern sie würde im Momente des Durchganges des Blutes durch die Capillargefässe der Lungen ohne Mitwirkung des Sauerstoffs der Luft gebildet. Diese Ansicht stützt sich auf Beobachtungen, dass die Bildung von Kohlensäure in sauerstofffreien Gasen bei kaltblütigen Thieren fortdauert; Beobachtungen, welche schon Spallanzani gemacht und Edwards wiederholt. Indess die Existenz der Gase im Blute beweist, dass sie nicht durch Secretion erst entstehen.

7. In neuerer Zeit haben Mitscherlich, Gmelin und Tiedemann eine eigenthümliche Theorie des Athmens entwickelt. Sie gehen von der Existenz der Essigsäure oder Milchsäure im freien oder gebundenen Zustande in den meisten Secreten und im Blute aus, welche sich im thierischen Körper selbst erzeugen muss, da sie in viel kleinerer Menge in der Nahrung enthalten ist, als die durch Schweiss und Urin beständig ausgeleert wird. Nun haben sie ferner ausgemittelt, dass das venöse Blut mehr unterkohlensaures Alkali enthält als das arterielle, indem 10000 venöses Blut wenigstens 12,3 und 10000 arterielles Blut wenigstens 8,3 gebundene Kohlensäure enthalten. Diess wenden sie auf ihre Hypothese an, dass sich beim Athmen unter reichlicher Berührung mit der Luft Essigsäure erzeuge, welche das kohlensaure Alkali des venösen Blutes zersetze, worauf die Kohlensäure ausgeathmet werde. Sie vermuthen, dass der Sauerstoff der Luft beim Athmen theils direct an Kohlenstoff und Wasserstoff trete und Kohlensäure und Wasser erzeuge, zum Theil sich unmittelbar mit den im Blute enthaltenen organischen Verbindungen vereinige. Hierdurch werden nun organische Producte, die zum Leben nöthig sind, erzeugt. Zugleich ist diese Bildung aber auch mit einer Umwandlung organischer Stoffe in niedere, wie z. B. Essigsäure oder Milchsäure, verbunden, welche einen Theil der im Blute enthaltenen kohlensauren Materie zersetzt und diese Kohlensäure in die Lungenzellen austreibt. Tiedemann *Zeitschr. f. Physiol.* 5. Diese Theorie war, so lange an der Existenz der Gase im Blut gezweifelt werden konnte, ein ingeniöser Versuch zur Erklärung der Facta. Gmelin hat indess selbst später die Existenz der Kohlensäure im Blute anerkannt.

Die Entscheidung der ganzen Frage vom chemischen Process des Athmens hängt von der Beantwortung von folgenden 3 Fragen ab.

1. Ist Kohlensäure im Venenblute, Sauerstoffgas im Arterienblute vorhanden? Diese Frage ist durch die oben mitgetheilten Versuche, namentlich durch die treffliche Arbeit von Magnus bejahend beantwortet.

2. Wird die im Blute enthaltene Kohlensäure durch verschiedene Gase und nicht bloss durch die atmosphärische Luft daraus ausgetrieben? Auch diess ist durch die Versuche von Hoffmann, Stevens, Bischoff, Bertuch, Magnus bejahend beantwortet. Wasserstoffgas und Stickgas durch Blut geleitet, nehmen eben so viel Kohlensäure daraus auf, als wenn atmosphärische Luft durch Blut durchgeleitet wird.

3. Wird Kohlensäure von kaltblütigen Thieren in reinem Wasserstoffgas oder reinem Stickgas ausgehaucht? Wir werden sehen, dass diess unzweifelhaft ist.

Ich werde nun den ganzen Verfolg der Untersuchungen über das Aushauchen von Kohlensäure in sauerstofffreien Gasarten mittheilen. Die älteren Versuche an warmblütigen Geschöpfen von H. Davy (Gilb. *Ann.* 19. 320.), Coutanceau und Nysten (Meck. *Arch.* 2. 256.) beweisen wohl nichts, da die Lungen von solchen Thieren, die kurze Zeit in Wasserstoffgas gebracht werden, noch Kohlensäure von vorher enthalten. Die Versuche werden nur dann beweisend, wenn Thiere lange in Wasserstoffgas oder Stickgas ausdauern können, und wenn die erzeugte Kohlensäure beträchtlich ist. Diess hat Edwards beobachtet; nämlich ein Frosch hauchte einmal in Wasserstoffgas in 8½ Stunden 2,97 Centil. = 1,49 P. C. Z. Kohlensäure aus, was indess nicht richtig seyn kann, da ein Frosch selbst in atmosphärischer Luft in dieser Zeit lange nicht so viel Kohlensäure bildet. *Influence des agens physiques p.* 445. Collard de Martigny (Magendie *Journ. de physiol.* 1830. *p.* 121.) hat diese Versuche mit Stickgas ausgeführt, und auch Aushauchung einer Quantität Kohlensäure beobachtet, die nicht viel kleiner war als in Edwards Versuch. Er nahm den Frosch in Zwischenzeiten von 1½ — 2 Stunden aus der mit Stickgas gefüllten Glocke heraus, sammelte die Luft in einem andern Gefäss auf durch eine besondere Vorrichtung, füllte die Glocke wieder mit Stickgas und liess den Frosch wieder darin athmen. Diess wiederholte er bei jedem Versuche mehrere Mal. Beim Einbringen des Frosches wurden die Lungen und Kehle zusammengedrückt. Diese Methode hat einige Vortheile, allein bei dem öfteren Wiedereinbringen des Frosches wird jedesmal doch wieder eine kleine Quantität atmosphärischer Luft durch seine auch noch so sehr comprimirten Athemorgane in den Versuch gebracht. Collard hat nicht bemerkt, wie er das Stickgas bereitet und gereinigt hat. Die Resultate der Versuche von Collard sind folgende.

A. Ein Frosch bildete in 7½ Stunden 2,80 Centilitres Kohlensäure, diess macht 1,41 P. C. Z.

B. 3 Frösche bildeten in 8 Stunden 7,98 Centilitres Kohlensäure; diess macht auf einen Frosch 1,34 C. Z.

C. 2 Frösche bildeten in 8½ Stunden 5,22 Centilitres Kohlensäure; diess macht auf einen Frosch 1,31 C. Z.

D. 2 Frösche bildeten in 8 Stunden 5,43 Centilitres Kohlensäure; diess macht auf einen Frosch 1,36 C. Z.

E. 2 Frösche bildeten in $7\frac{1}{2}$ Stunden 4,89 Centilitres Kohlensäure; diess macht auf einen Frosch 1,22 C. Z.

F. 2 Frösche bildeten in 9 Stunden 5,15 Centilitres Kohlensäure; diess macht auf einen Frosch 1,29 C. Z.

G. 2 Frösche bildeten in 8 St. 40 Min. 5,70 Centilitres Kohlensäure, diess macht auf einen Frosch 1,43 C. Z.

Es schien mir durchaus nöthig, die Versuche von Edwards und Collard zu wiederholen. Da mir 20 Pfund Quecksilber zu Gebote standen, so konnte ich den Versuch schon in einem grossen Gefäss anstellen.

A. Ein Cylinder von 20 C. Z. Inhalt wurde mit Quecksilber gefüllt, und mit Hülfe einer geschliffenen Glasplatte im Quecksilber umgestürzt, der Cylinder darauf mit Wasserstoffgas (aus Zink und verdünnter Schwefelsäure bereitet) gefüllt. Nun brachte ich 4 Frösche bei Zusammendrückung ihrer Lungen in den Cylinder. Nach 4 Stunden machten sie keine Athembewegungen mehr, obgleich sie noch Lebenszeichen von sich gaben. Nach 12 Stunden nahm ich sie heraus, sie waren todt, und lebten an der Luft nicht wieder auf. Kali caust. in den Cylinder gebracht, absorbirte $1\frac{4}{5}$ C. Z. Kohlensäure; diess macht auf jeden Frosch 0,45 C. Z. Bei diesem Versuche war das Wasserstoffgas ungereinigt; es enthält dann ein stinkendes Oel und selbst etwas Kohlensäure. Gmelin's *Chemie*. 1. 217.

B. Bei einem mit Prof. Bergemann gemeinschaftlich angestellten Versuche wurde das Wasserstoffgas durch Weingeist streichen gelassen, und ein kleinerer Cylinder von 10 C. Z. Inhalt angewandt. In diesem *reinen* Wasserstoffgas lebte ein Frosch nach 12 Stunden noch matt mit lange aussetzenden Athembewegungen, und war selbst nach 22 Stunden nur scheintodt. Bei der Prüfung der Luft mit Kali caust. wurde $\frac{1}{2}$ C. Z. absorbirt. Der Frosch lebte wieder auf und wurde von Prof. Bergemann noch zu mehreren anderen Versuchen, nämlich zu 4 mit Wasserstoffgas und 2 mit Stickgas gebraucht. Nach einiger Zeit wurde er mir wieder eingehändigt. Ich fand ihn ganz lebhaft. Sein Blut gerann wie sonst bei Fröschen.

C. Ich liess einen Frosch 4 Stunden in Wasserstoffgas athmen, das ich vorher durch Weingeist hatte streichen lassen. Er war nach 4 Stunden scheintodt. Sein Herz setzte Minuten lang im Schlagen aus, er lebte an der Luft wieder ganz auf. In demselben Cylinder wurde ein zweiter Frosch $2\frac{1}{2}$ Stunden athmen gelassen, worauf er scheintodt schien. Bei der Untersuchung der Luft durch Kali caust. wurden 0,83 C. Z. Kohlensäure absorbirt. Luftdruck 27 Z. 2 L.

D. Ich liess 2 Frösche 6 Stunden in Wasserstoffgas athmen, das ich hatte durch Auflösung von Kali caust. streichen lassen. Sie waren zuletzt scheintodt. Es hatten sich 0,66 C. Z. Kohlensäure gebildet. Luftdruck 27 Z. 5 L. Temp. 17° R.

E. Das zur Entwicklung des Wasserstoffgases bestimmte Gefäss war jedesmal fast voll, so dass es nur sehr wenig atmo-

sphärische Luft über der Flüssigkeit enthielt, und man liess jedesmal eine grosse Menge Gas weggehen, ehe man das Wasserstoffgas auffing, so dass man in dieser Hinsicht sicher war. Um aber allen Verdacht von Beimengung von Sauerstoffgas bei dem Wasserstoffgas zu entfernen, brachte ich in das schon durch Kalilösung geleitete, in dem Cylinder angesammelte Wasserstoffgas eine Kugel von Platinaschwamm, und liess sie darin 24 Stunden liegen. Darauf brachte ich einen Frosch in den Cylinder, wie gewöhnlich mit zusammengedrückten Lungen, er war nach 8 Stunden scheintodt. Die Absorption von Kohlensäuregas betrug 0,4 C. Z.

In allen Versuchen geschah die Ueberleitung und Sperrung des Gases mit dem Quecksilberapparat. Ich habe noch 3 andere Versuche angestellt, wo ich das Gas aber, nachdem es aufgefangen war, mit Liquor kali caustici schüttelte. Das Resultat der Athemversuche war ganz analog. Im Versuche F. waren nach 12 Stunden durch den Frosch 0,37 C. Z., im Versuche G. 0,41 C. Z., im Versuche H. 0,4 C. Z. Kohlensäure gebildet. Diese 3 letzten Versuche halte ich aber für fehlerhaft, da das Wasser, womit ich das zur Reinigung des Wasserstoffgases angewandte Kali causticum ausgespült, wie alles ungekochte Wasser etwas Luft enthielt, und also auch etwas Luft an das Wasserstoffgas beim Auswachsen abgegeben haben könnte.

Ein Frosch, den ich durch Verbrennung von Phosphor bereitetes Stickgas athmen liess, lebte darin 6 Stunden. Kohlensäure $\frac{1}{4}$ C. Z. Ich freue mich, hierbei auch einige Versuche von Prof. Bergemann anführen zu können. Folgende Notizen hat er mir mitgetheilt. Die Versuche wurden mit Wasserstoffgas und Stickgas angestellt in einem Zimmer, dessen Temperatur nicht über + 10° und nicht unter + 4° war. Ein und derselbe Frosch wurde zu allen Versuchen benutzt. Es wurde eine Vermehrung des Gasvolumens beobachtet, diese war in den ersten 3 Stunden, sowohl bei der Respiration des Frosches in Wasserstoffgas als in Stickgas, am stärksten. Nach Verlauf von 4—6 Stunden nahm die Lebensthätigkeit des Frosches bedeutend ab. Das Athmen war ungleichförmig und nach 8—9 Stunden hörte es in langen Zeiträumen ganz auf, konnte jedoch durch eine gelinde Bewegung des Cylinders wieder hervorgebracht werden. Nach der Beendigung der Versuche war der Frosch immer ganz betäubt, nach wenigen Stunden jedoch bewegte er sich freier, und nach einigen Tagen konnte er zu neuen Versuchen benutzt werden. Bei jedem einzelnen Versuche hatte der Frosch *seine gelbliche Farbe in eine dunkelbraune verwandelt.* Das angewandte Hydrogen war aus Zink und verdünnter Schwefelsäure bereitet und durch Alcohol gereinigt. Das Stickgas wurde aus der atmosphärischen Luft durch einen brennenden Körper abgeschieden und darauf mit Kalkwasser geschüttelt. Geringe Antheile Oxygen bleiben jedoch in solchem Azot immer zurück. Die Versuche mit Stickgas können daher auf eine grosse Genauigkeit keine Ansprüche machen. Der Frosch wurde mit eingedrückter Kehle in die Gasart gebracht. Die Menge des angewandten Wasserstoff-

gases und Stickgases variirte von 7—8 C. Z. Die Resultate der Versuche von Prof. Bergemann habe ich in einer Tabelle mit den meinigen zusammengestellt. Unter den von mir angestellten Versuchen habe ich die Versuche A. F. G. H., weil sie nicht ganz fehlerfrei sind, hier nicht mit angeführt.

Beobachter	Gasart	Nummer des Versuchs	Dauer des Versuchs	Menge der gebildeten Kohlensäure
Mueller	Stickgas	A	6 St.	0,25 C. Z.
Bergemann	»	A	14	0,75
»	»	B	12	0,5
M. u. B.	Wasserstoffgas	B	22	0,5
Mueller	»	C	6½	0,83
»	»	D	6	0,33
»	»	E	8	0,4
Bergemann	»	A	10	0,55
»	»	B	12	0,8
»	»	C	13	0,7
»	»	D	14	0,5

Gegen diese Versuche konnte man immer noch den Einwurf machen, dass die Frösche in ihren Lungen einen Theil atmosphärischer Luft in den Versuch mitgebracht, und dass auch ihr Darmkanal Kohlensäuregas enthalten konnte. Ich habe daher die Versuche so wiederholt, dass ich die Frösche zuerst dem luftleeren Raum aussetzte und diesen mit gereinigtem Wasserstoffgas anfüllte. In einem Versuche wurde auch dieses Wasserstoffgas wiederholt ausgepumpt, um den letzten Antheil atmosph. Luft aus dem Raume zu bringen. Auch überzeugte man sich durch eine Probe, dass das Wasserstoffgas nach Absorption des Wasserdampfes von salzsaurem Kalk durch Kali caust. nicht vermindert wurde. Die Frösche wurden 3 Stunden in dem Wasserstoffgas gelassen, sie waren schon viel früher scheintodt. Dann wurden die Frösche herausgenommen, und alles Wasser aus dem Gase entfernt, dadurch, dass ein Röhrchen mit salzsaurem Kalk wiederholt innerhalb eines ganzen Tages in den Raum gebracht wurde, bis der salzsure Kalk darin trocken blieb. Erst dann wurde das Gas auf Kohlensäure mit Kali caust. geprüft. In beiden der angestellten Versuche zeigte sich die gewöhnliche Aushauchung von Kohlensäure, welche im ersten Versuche 0,3, im zweiten 0,37 Cubikzoll betrug.

Die Menge Kohlensäure, welche ein Frosch in 6—12 Stunden in sauerstofffreien Gasarten bildet, kann man ohne Irrthum also auf $\frac{1}{4}$—$\frac{4}{5}$ C. Z. anschlagen. Da die Lungen und Kehle des Frosches im Durchschnitt nur $\frac{3}{8}$—$\frac{1}{2}$ C. Z. enthalten, die Luft derselben bei jedem Versuche zugleich vorher ausgedrückt war, und wenn auch etwas atmosphärische Luft und Kohlensäure zu-

rückgeblieben, diess doch sehr wenig seyn konnte, so lässt sich das schon von Spallanzani gefundene Resultat nicht in Abrede stellen, dass die kaltblütigen Thiere auch in sauerstofffreier Luft fortfahren Kohlensäure auszuhauchen, und dass diess selbst fast so viel als beim Athmen in atmosphärischer Luft beträgt, indem ein Frosch nach den pag. 306 mitgetheilten Versuchen in 6 Stunden im Durchschnitt 0,57 C. Z. Kohlensäure in atmosphärischer Luft erzeugt. Diese Ergebnisse sind kürzlich durch Bischoff's nicht minder lehrreiche Versuche bestätigt worden. Derselbe fand auch, dass Frösche mit unterbundenen und ausgeschnittenen Lungen noch Kohlensäure durch die Haut aushauchen (in 8 Stunden 0,20 C. Z.).

In den vorhergehenden Auflagen dieses Lehrbuchs wurden diese Thatsachen mitgetheilt, ohne dass sie sich damals mit den Beobachtungen über das Blut in Uebereinstimmung bringen liessen, nach welchen keine Kohlensäure im Blute enthalten seyn sollte. Man schien daher damals zu der Ansicht berechtigt, dass die beim Athmen gebildete Kohlensäure zum Theil blosse Secretion der Lungen sey, und sich unabhängig von der atmosphärischen Luft erzeugen könne, und man verglich diese Art von Kohlensäurebildung derjenigen bei der Gährung, wo die Kohlensäure sich auch ohne wesentlichen Einfluss des Sauerstoffs der Luft aus den Elementen der organischen Stoffe bildet. Man sollte aber dann erwarten, dass bloss die Lungen oder die Haut das eigenthümliche Vermögen besässen, Kohlensäure abzuscheiden und das Blut allein mit atmosphärischer Luft geschüttelt keine Kohlensäure bilde. Dem ist aber nicht so, wie schon in den früheren Auflagen dieses Handbuchs gezeigt worden. Blut bildet mit atmosphärischer Luft geschüttelt, auch Kohlensäure, und zwar 7 C. Z. Blut mit 10 C. Z. atmosphärischer Luft fast beständig geschüttelt, geben in 6 Stunden $\frac{1}{2}$ C. Z. Kohlensäure. Die Lehre vom Athmen befand sich daher noch vor mehreren Jahren in einer unauflöslichen Schwierigkeit. Blut bildet mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft etwas Kohlensäure ohne die Einwirkung des lebenden Organs, indem es hellroth wird, das Blut sollte keine Kohlensäure praeexistirend enthalten, und doch hauchen Amphibien ohne Mitwirkung von Sauerstoffgas fast eben so viel Kohlensäure als in der Atmosphäre aus.

Jetzt ist diess Räthsel zur vollkommenen Genüge gelöst. Beiderlei Blutarten enthalten nach Magnus vortrefflichen Untersuchungen Sauerstoffgas, Stickgas und Kohlensäure, das arterielle Blut mehr Sauerstoffgas als das venöse, letzteres mehr Kohlensäure als das arterielle. Die im Blut enthaltene Kohlensäure wird beim Athmen durch die atmosphärische Luft ausgetrieben, und an ihre Stelle tritt zum Theil Sauerstoffgas, während ein Theil der Kohlensäure selbst im arteriellen Blute aufgelöst bleibt; in den Capillargefässen wird durch Wechselwirkung mit den Organtheilen, für welche Sauerstoff ein belebender Reiz ist, Kohlensäure gebildet, die sich daher in grösserer Menge im Venenblute vorfindet, aber nicht aller im arteriellen Blute vorhandene

Sauerstoff verschwindet in den Capillargefässen; ein Theil derselben findet sich auch noch im venösen Blute vor, in den Lungen wird die Kohlensäure durch die atmosphärische Luft zum Theil wieder ausgetrieben. Dieser Austausch der Gase ist vollständig nach den physikalischen Gesetzen der Absorption der Gase erklärbar. Eine mit einem Gase geschwängerte Flüssigkeit giebt diess Gas nicht ab, wenn sie unter dem Druck derselben Gasart steht. Steht aber diese Flüssigkeit mit einem andern Gase in Verbindung, so tauschen sich beide Gase bis zum Gleichgewicht der Vertheilung aus. Daher ist es leicht erklärbar, warum die Frösche in Wasserstoffgas und Stickgas ebenso viel Kohlensäure aushauchen, als in atmosphärischer Luft, und warum Wasserstoffgas und Stickgas beim Durchgehen durch Blut die in ihm enthaltene Kohlensäure aufnehmen.

Die im Blute enthaltene Kohlensäure reicht übrigens hin, um von ihr die ganze beim Athmen frei werdende Menge der Kohlensäure herzuleiten.

Nimmt man 2 Unzen Blut für jeden Herzschlag gefördert an, so erhält man, dass 10 Pf. in einer Minute an den Lungen vorbeigehen und dass 10 Pf. Blut also 22,7 C. Z. Kohlensäure enthalten müssten, die in einer Minute ausgeschieden werden. Nimmt man das von Allen und Pepys gefundene Resultat von 22,7 C. Z. Kohlensäure um die Hälfte zu gross an, wie es denn wirklich zu gross ist, nimmt man an, dass, wie in Davy's Versuch in einer Minute 15,8 C. Z. Engl. = 13 C. Z. Franz. ausgeathmet werden, so müssten doch 13 C. Z. Kohlensäure in 10 Pf. Blut aufgelöst seyn.

Aus Magnus Versuchen folgt die Lösung dieses früher aufgestellten Problems. Denn aus seinen Versuchen ergiebt sich, dass das Blut wenigstens $\frac{1}{5}$ seines Volumens an Kohlensäure enthält, und da ein Pfund Blut etwa 25 C. Z. beträgt, so würden also in jedem Pfunde venösen Blutes mindestens 5 C. Z. Kohlensäure enthalten seyn. Die in einer Minute an den Lungen vorbeigehenden, 10 Pfund Blut enthalten, also der Berechnung nach 50 C. Z. Kohlensäure, wovon beim Athmen sehr gut 13 C. Z. (Davy) oder 22,7 C. Z. (Allen und Pepys) abgegeben werden können.

Das Stickgas der atmosphärischen Luft welches beim Athmen zum kleinen Theil ins Blut übergeht, scheint keine weitere Rolle zu spielen; da seine Quantität in beiden Blutarten nicht verschieden scheint. Der letzte Zweck des Athemprocesses besteht offenbar in Aufnahme des Sauerstoffs ins Blut und in der Belebung der Organe durch diess Princip, zweitens in der Befreiung des Blutes von der in den Capillargefässen entstehenden Kohlensäure. Dass das letztere nicht der Hauptzweck ist, sieht man deutlich an dem Scheintodtwerden der Frösche in Wasserstoffgas und Stickgas, welche Gase die Aushauchung der Kohlensäure nicht im mindesten verändern.

VI. Capitel. Von den Athembewegungen und Athemnerven.

a. Athembewegungen.

Das Ein- und Ausathmen geschieht bei dem Menschen und den Säugethieren durch Erweiterung und Verengerung der Brusthöhle. Sobald die Brustwände sich ausdehnen, und die Brusthöhle erweitert wird, dringt die Luft in der Luftröhre und ihren Zweigen bis in die Zellen nach, die sich in dem Maasse ausdehnen, als die Brusthöhle sich erweitert, so dass also die Oberfläche der Lungen durchaus den sich ausdehnenden Wänden der Brusthöhle folgt. Diess ist nur so lange möglich, als die Brusthöhle von allen Seiten geschlossen ist, und so lange kein Druck der Luft von aussen dem Druck der Luft von der Luftröhre aus das Gleichgewicht hält. Bei penetrirenden Bruswunden aber ist kein volles Einathmen mehr möglich, weil der Luftdruck dann durch die Wunde auf die äussere Oberfläche der Lungen wirkt, und dem Luftdruck von der Luftröhre her das Gleichgewicht hält. Die Lungen bleiben dann collabirt, wenn auch die Brustwände sich ausdehnen. Zur Erweiterung der Brusthöhle beim Einathmen dient ganz vorzüglich das Zwerchfell. Im erschlafften Zustande ist das Zwerchfell gewölbt, bei der Contraction desselben wird es flach, und indem seine Wölbung herabsteigt, erweitert es also die Brusthöhle, wodurch zugleich die Eingeweide der Bauchhöhle von oben gedrückt werden. Dieser Druck auf die Baucheingeweide von oben beim Einathmen verursacht das Hervortreiben derselben nach vorn oder das scheinbare Anschwellen des Bauches beim Einathmen.

Sobald das Zwerchfell erschlafft, weichen die Eingeweide wieder mehr zurück, und der Bauch wird flacher. Beim leisen Einathmen bewirkt das Zwerchfell zum grossen Theil allein die Erweiterung der Brust. Die seitliche Erweiterung der Brust geschieht vorzüglich durch die Wirkung der Musculi intercostales, aber auch durch Unterstützung der Musculi scaleni, levatores costarum, des serratus posticus superior, und der Brustmuskeln überhaupt. Das Ausathmen kann beim ganz ruhigen Athmen schon durch blossen Collapsus, durch die Elasticität oder Herstellung der vorher ausgedehnten Theile in den Status quo erfolgen, und das ruhige Athmen scheint weniger aus der Abwechselung antagonistischer Muskelbewegungen, als vielmehr periodischer Inspirationsbewegungen zu bestehen. Hierbei wirken zwar die Exspirationsmuskeln durch jenes mässige Contractionsspiel, welches allen Muskeln auch ausser den stärkeren Zusammenziehungen eigen ist, mit. Wenigstens erfolgt das Ausathmen von selbst, so wie die Inspiration aufhört. Beim stärkern Ausathmen wirken diese Muskeln stärker, noch mehr, und selbst krampfhaft, wenn Reizung in den Lungen oder im Kehlkopfe stattfindet, und Husten eintritt. Die Exspirationsmuskeln sind die Bauchmuskeln, welche die

Rippen niederziehen, und durch Zusammendrückung des Bauches die Baucheingeweide gegen das erschlaffte Zwerchfell in die Höhe treiben, und so die Brusthöhle auch von unten verengern. Diess sind der gerade, die schiefen, der quere Bauchmuskel, der Musculus quadratus lumborum, Musculus serratus posticus inferior, Musculus sacrolumbaris und longissimus dorsi.

Das Ausathmen wird unterstützt 1) durch die Elasticität der Luftwege, nachdem ihre Ausdehnung durch die Luft aufgehört hat. 2) Durch Zusammenziehung von Muskelfasern der Luftwege (?).

Beim Einathmen ist die Stimmritze weiter, beim Ausathmen enger. Die Luftröhrenzweige werden beim Einathmen weiter, beim Ausathmen enger. Die Luft wird entweder durch Mund oder Nase aufgenommen und ausgetrieben. Beim Athmen durch die blosse Nase ist der Ausgang durch den Mund durch Anlegen der Zunge wider den Gaumen oder durch die Lippen geschlossen, beim Athmen durch den Mund ist das Gaumensegel erhoben und die Luft geht durch den weitern Gang aus. Durch Annäherung der hintern Gaumenbogen gegen einander, wodurch, wie Dzondi entdeckt hat, eine vollständige Verschliessung eintritt, und durch Anlegen des hintersten Theils der Zunge gegen den Gaumen, kann Mund und Nase zugleich von den Respirationswegen abgeschlossen werden. Eine Bewegung, die oft willkürlich geschieht, wenn man den Athem anhält, und das Durchströmen übler Gerüche durch die Nase aufgehoben wird. Dzondi *die Functionen des weichen Gaumens. Halle* 1831.

Bei den Vögeln dringt die Luft beim Einathmen nicht allein in die Lungen, sondern auch in die grossen Zellen. Es giebt hier kein vollständiges Zwerchfell mehr, sondern nur einige Muskelzipfel steigen vom hintern Winkel der 3., 4. und 5. Rippe zu einer fibrösen Haut an der untern Fläche der Lungen empor. Die Erweiterung der Brust erweitert die grossen Zellen, welche mit den Lungen in Verbindung stehen, wodurch die Luft genöthigt wird, sich in die Lungen zu stürzen. Die Luft wird aus den Zellen und den Lungen durch die Thätigkeit der Bauchmuskeln ausgetrieben. Unter den Amphibien athmen die Chelonier, deren Rippen unbeweglich verbunden sind, und die nackten Amphibien, welche keine wahren Rippen haben (Coecilien, Derotemata, Proteiden, Salamandrina, Batrachia) bloss durch Verschluckung der Luft ein. Die Frösche schliessen den Mund, erweitern die Mundhöhle an der Kehle, wodurch ein leerer Raum entsteht, den die Luft, durch die Nasenlöcher eindringend, einnimmt. Dann ziehen sie die Kehle zusammen, verschliessen den Schlundkopf, und treiben durch die Zusammenziehung der Kehle die Luft durch die Stimmritze in die Lungen, während sie durch einen eigenthümlichen Mechanismus die Nasenlöcher schliessen. Die Luft wird theils durch die Bauchmuskeln, theils durch die Elasticität der Lungen bei geöffneter Stimmritze ausgetrieben. Sobald die Frösche den Mund nicht mehr schliessen können, können sie auch nicht mehr athmen. Das Ausathmen geschieht bei den Schildkröten durch Zusammenziehung der Bauchmuskeln zwischen dem Bauchschild und den hinteren Extremitäten. Die mit beweglichen

Rippen versehenen Amphibien athmen durch Erweiterung und Verengerung der Körperhöhle vermöge der Rippen. Ueber die Athembewegungen der Fische und ihren Mechanismus siehe Cuvier *Vergl. Anat. T.* 4. 222.

Die Hypothese von der Mitwirkung der Lungen bei den Athembewegungen ist seit den ältesten Zeiten bald erhoben, bald verworfen worden. Für diese Hypothese stritten Averroes, Riolan, Plater, Sennert, Bremond (*mém. de l'acad. d. sc. Par.* 1739.), gegen dieselbe Th. Bartholin, Diemerbröck, Mayow und Haller. Haller *elementa physiol. T.* 3. *l.* 8. *p.* 226. Die Ersteren sahen bei Thieren, deren Brusthöhle geöffnet war, die Lungen nicht immer zusammen fallen, sondern in einigen Fällen sich dauernd bewegen, obgleich die Brustmuskeln ausser Thätigkeit waren. In der neuern Zeit haben Flormann und Rudolphi diese Hypothese vertheidigt. Rudolphi *anat. physiol. Abhandl. p.* 111. Flormann sah, dass die Lungen eines ersäuften Hundes selbst nach Zerschneidung des Zwerchfelles noch fortfuhren sich zu bewegen, Rudolphi sah die Bewegung der Lungen an einem erdrosselten Hunde, bei entferntem Brustbeine, zerschnittenem Zwerchfelle und Intercostalmuskeln. Man leitete schon solche Bewegungen der Lungen von den Erschütterungen des Brustkastens ab, sie können auch wohl von den Zusammenziehungen des Herzens, und von den von mir beobachteten Zusammenziehungen der Lungenvenen herrühren. Haller hatte nie so etwas gesehen, er sah immer die Lungen bei vollständiger Oeffnung der Brusthöhle ganz collabirt; ich habe auch nie dergleichen gesehen, und ich vermuthe bei den Erfahrungen der ehrwürdigen Männer Flormann und Rudolphi eine Täuschung. Die weitere Auseinandersetzung dieser Controverse hat bloss ein geschichtliches Interesse. Die Gründe und Gegengründe wiederholen sich, und man ist zuletzt auf das Zeugniss seiner Augen angewiesen, das nach meinen Erfahrungen gegen die Hypothese spricht. Tiedemann sah Bewegungen an dem Athemorgan der Holothurien. Treviranus hatte an den Lungen der Frösche auf Application von Opiumtinctur und Belladonnenextract Bewegungen gesehen. Die Frösche füllen von der Kehle aus ihre Lungen mit Luft, die beim Oeffnen der Stimmritze und Nasenlöcher entweicht. Ist die Stimmritze geöffnet, so sind die Lungen für immer collabirt, und man kann keine Zusammenziehungen an ihnen erregen. Vergl. über diesen Gegenstand Lund *Vivisectionen p.* 243—250.

Dagegen ist die Contractionsfähigkeit der Luftröhre und ihrer Aeste wohl weniger zu bezweifeln. Man könnte vermuthen, dass die Luftröhrenäste an den von Houstoun, Bremond, Flormann und Rudolphi gesehenen Phänomenen Antheil haben. Indessen ist es doch problematisch, dass die Fleischfasern der Luftröhre rhythmische Bewegungen ausüben. Die queren Fleischfasern der Luftröhre an ihrer hintern Seite sind bekannt. Fleischfasern sollen sich auch noch an den ziemlich kleinen Zweigen der Luftröhrenäste finden. Diese Fasern sind durch Reisseisen *de fabrica pulmonum. Berol.* 1822. *fol.* am meisten berühmt geworden. Reisseisen wollte die Fleischfasern mit der Loupe noch an

so kleinen Luftröhrenzweigen erkannt haben, an welchen er keine Knorpel mehr wahrnahm.

Es ist merkwürdig, dass die Contractionskraft der Muskelfasern der Luftröhre und Luftröhrenzweige noch durch keinen directen Beweis entschieden ist. Alle Ausführungsgänge der Drüsen haben wahre Muscularcontractilität, sie sind unwillkürlich beweglich. Den Ductus choledochus der Vögel kann man bei Vivisectionen sich rhythmisch bewegen sehen, wie ich mehrmals selbst ohne Reize sah. Die Ureteren sah ich bei Säugethieren und Vögeln auf starken galvanischen Reiz sich zusammenziehen. Tiedemann sah Zusammenziehungen am Ductus deferens des Hoden beim Pferde. Aber die Zusammenziehungen der Luftröhrenfasern auf Reize sind bis jetzt nur von Krimer (*Untersuchungen über die nächste Ursache des Hustens. Leipz.* 1819.) gesehen worden. Wedemeyer dagegen beobachtete bei einem Hunde und einem Meerschweinchen weder auf mechanische, noch auf galvanische Reizungen auf den ganzen Umfang der Luftröhre, mit und ohne Trennung der Schleimhaut angewandt, irgend etwas von Contraction. Dagegen zeigte sich in den Bronchialzweigen von $\frac{3}{4}$ — 1 Linie Durchmesser eine allmählige Verengerung ihres Lumens, fast bis zum gänzlichen Erlöschen desselben. Bei einem lebenden Hunde befreite Wedemeyer die Luftröhre 2 Zoll lang von allem Zellgewebe, und schnitt vorn ein Stück aus der Luftröhre aus. Wedemeyer sah bei der Reizung der hintern Wand der Luftröhre durch mechanischen und galvanischen Reiz keine Spur von Zusammenziehung. Wedemeyer öffnete nun schnell die Brust, nahm die Lungen mit ihren Bronchien heraus, und machte mehrere Durchschnitte derselben. Die Stämme der Bronchien zeigten kein Zeichen einer Zusammenziehungskraft. Dagegen glaubte Wedemeyer in kleineren Aesten von circa 1 Linie Durchmesser auf den galvanischen Reiz eine deutliche Constriction zu sehen, doch geschah diess sehr langsam. Den letzteren ähnliche Beobachtungen machte bereits Varnier. Eine rhythmische Bewegung der Luftröhre mit den Athembewegungen, die in diesem Falle willkürlich seyn könnte, wäre ein ganz isolirtes Factum. Der Ductus choledochus zieht sich zwar auch rhythmisch zusammen, aber diese Bewegungen sind doch aller Willkür entzogen, dahingegen rhythmische Bewegungen der Luftröhre, welche mit den anderen Respirationsbewegungen gleichzeitig geschehen, auch mit diesen der Willkür unterworfen seyn müssen. Ein solcher Einfluss der Willkür bis auf die Zweige des Ausführungsganges eines Eingeweides ist im höchsten Grade unwahrscheinlich. Vielleicht könnte eine beständig sich äussernde Contractilität in den Fasern der Luftröhrenzweige, bei dem Nachlass jeder Ausdehnung durch Inspiration, zur rhythmischen Verengerung wirken. Diess kann aber auch durch blosse Elasticität erfolgen, und wirklich sind die Luftröhren, so wie ihre Aeste mit elastischen gelben Längsfasern besetzt. Bei den Vögeln giebt es allerdings willkürliche Verkürzungen der Luftröhre durch besondere Muskeln, M. sternotracheales und M. ypsilotracheales (und bei vielen Vögeln für den Zweck des Gesan-

ges an dem untern Kehlkopfe bei der Theilung der Luftröhre noch besondere Muskeln). Sehr interessant ist, dass jene Muskeln, wie ich sehe, von einem besondern Nerven versehen sind, einem zweiten Ramus descendens N. hypoglossi, der bis fast zum untern Kehlkopfe herabgeht, und (bei dem Truthahn) die M. sternotracheales und ypsilotracheales versieht, während der N. recurrens, grösstentheils der Speiseröhre bestimmt, einen verhältnissmässig nur kurzen Ramus trachealis entgegen schickt. Ich habe noch keine Gelegenheit gehabt, Desmoulin's Angabe zu prüfen, dass die Muskeln des untern Kehlkopfs, von den unteren Cervicalnerven versehen sind. Beim Menschen scheint die Erweiterung der Luftröhrenzweige und die von Einigen beobachtete Verkürzung der Luftröhre beim Einathmen, die Verlängerung beim Ausathmen eine bloss mechanische Folge der Ausdehnung und Verengerung der Brust zu seyn. Der Kehlkopf selbst rückt beim heftigen Einathmen ein wenig nach abwärts, und beim Ausathmen wieder aufwärts.

b. Einfluss der Nerven auf das Athmen.

Die Athembewegungen sind sehr zusammengesetzt, und dem Wirkungskreise sehr verschiedener Nerven unterworfen. Gleichwohl ist die Quelle der gemeinschaftlichen Thätigkeit dieser Nerven eine und dieselbe. Die Athembewegungen bestehen 1) aus Bewegungen im Gesichte, die sich aber nur selten rhythmisch äussern, wie die Erhebung und Senkung der Nasenflügel, die Anstrengung mehrerer Gesichtsmuskeln beim Athmen. Diese Bewegungen erfolgen bei unwillkürlichen heftigen Athembewegungen, und bei grosser Schwäche selbst mit, sie sind von dem Nervus facialis abhängig, den Charles Bell den Athemnerven des Gesichtes nennt. 2) Erweitern der Stimmritze beim Einathmen, Verengern derselben beim Ausathmen. Diese Bewegung ist ganz von dem Nervus vagus, und zwar von seinen beiden Kehlkopfästen, Nervus laryngeus superior et inferior seu recurrens abhängig. 3) Erweiterung der Brust beim Einathmen. Nervi spinales. Nervus respiratorius externus Bellii. Nervus accessorius Willisii, insofern er den M. cucullaris beim Heben der Schulter beherrscht. 4) Zusammenziehung des Zwerchfelles beim Einathmen. N. phrenicus. 5) Endlich Zusammenziehung der Bauchmuskeln beim Ausathmen. Nervi spinales. Wir sehen, das zu dem System der Athemnerven der Nervus facialis, vagus, accessorius, und viele Spinalnerven, die sich in den Rumpfmuskeln verbreiten, gehören. Jeder dieser Nerven hat seinen verschiedenen Wirkungskreis, und es kann der eine ohne den andern vernichtet werden. Die Durchschneidung jedes dieser Nerven hebt seinen Antheil an diesen Bewegungen auf. Aber die Vernichtung der Medulla oblongata hebt alle Athembewegungen zu gleicher Zeit auf, auch die Wirkung derjenigen Nerven, welche von dem Rückenmark entspringen. Das Rückenmark verhält sich zu dieser Quelle der Athembewegungen gleichsam als Stamm der Nerven, die von ihm abgehen. Durchschneidet man das Rückenmark oberhalb

des Abgangs der Dorsalnerven, so werden die Bewegungen der Rippen und der Bauchmuskeln gelähmt, die anderen Bewegungen dauern fort. Durchschneidet man das Rückenmark über dem Zwerchfellsnerven, so wird auch dieser mit unthätig, während die von der Medulla oblongata selbst abgehenden Nerven noch wirksam sind. Die unter der Verletzung abgehenden Nerven sind zwar noch wirksame Erreger der Bewegung, wenn man sie einzeln reizt, aber sie können nicht mehr von der gemeinsamen Quelle aller gleichzeitigen unwillkürlichen und willkürlichen Athembewegungen aus bestimmt werden. Mit der Verletzung der Medulla oblongata hören alle Athembewegungen zugleich auf, sowohl diejenigen, die vom N. vagus abhängen, als die des Rumpfes.

Legallois hat dieses Verhältniss gezeigt; er hat bewiesen, dass keine anderen Theile des Gehirns die Quelle der Athembewegungen sind, und dass man bei einem Thiere das Gehirn von vorn nach hinten allmählig abtragen kann, bis bei Verletzung der Medulla oblongata, an einer dem Abgange des Nervus vagus entsprechenden Stelle, alle Athembewegungen zu gleicher Zeit aufhören. Deswegen ist auch die Medulla oblongata gleichsam der vulnerabelste Theil, wenigstens derjenige, dessen Verletzung unter allen Verletzungen der Nerven und der Centraltheile des Nervensystems die gefährlichsten Folgen hat.

Die Verletzung des Nervus vagus am Halse lähmt die unter der Verletzung des Nerven abgehenden Zweige, also den Nervus recurrens. Die Folge davon ist, dass das Thier die Stimme verliert, und die Oeffnung der Stimmritze erschwert wird. Die Stimme kehrt jedoch nach einigen Tagen wieder, weil die Muskeln des Kehlkopfes gemeinschaftlich von dem Nervus laryngeus superior und inferior versehen werden. Nach Durchschneidung des Nervus laryngeus superior und des recurrens auf beiden Seiten ist der Kehlkopf ganz gelähmt. Magendie's Behauptung, dass der Nervus laryngeus inferior sich nur zu den Muskeln begebe, welche die Erweiterung der Stimmritze bewirken, der N. laryngeus superior zu denen, welche die Stimmritze verengern, hat sich bei näherer Untersuchung durch Schlemm und Andere nicht bestätigt. Beiderlei Nerven verbreiten sich in beiderlei Muskeln. Wenn es einen Unterschied in den Functionen beider Nerven giebt, so entsteht er gewiss nur dadurch, dass der Nervus recurrens bei seinem merkwürdigen Verlaufe und seinen Verbindungen mit dem N. sympathicus, plexus cardiacus nicht allein Fasern von dem willkürlichen Bewegungsnerven Vagus, sondern auch viele Fasern vom Sympathicus enthält. Wir wissen nicht, ob der N. recurrens willkürliche Bewegungen der Kehlkopfmuskeln hervorbringen kann. Andere tiefe Zweige des N. vagus, welche sich viel mit dem Sympathicus verbinden, sind keiner Leitung zur willkürlichen Bewegung mehr fähig, wie die der Speiseröhre, des Magens.

Hier ist der Ort, Charles Bell's Ansichten über die Athemnerven zu entwickeln. Der Anblick eines Menschen, im Zustande aufgeregter Thätigkeit, überzeugt uns, dass die vom Athmen ab-

hängigen Bewegungen fast über den ganzen Körper sich erstrekken, indem sie dann an Bauch, Brust, Hals und Gesicht beobachtet werden. Bell vermuthet, dass ein besonderes System von Fasern in der Medulla oblongata und im Rückenmark die gleichzeitigen und übereinstimmenden Wirkungen der Athemnerven der 2 Systeme beherrsche. Alle Athemnerven dienen auch vorzugsweise dem Ausdruck der Leidenschaften. Ausser der Concurrenz eines grossen Theils der Spinalnerven zum Athmen, unterscheidet Bell als besondere Athemnerven für besondere Regionen:

1) Nervus vagus, Athemnerve des Kehlkopfs.

2) N. facialis, Athemnerve des Gesichtes. Die Wirkungen dieses Nerven treten beim Athmen um so mehr hervor, je angestrengter es ist, z. B. bei aufgeregter Thätigkeit und bei sehr geschwächten Menschen. Die Erhebungen und Senkungen der Nasenflügel und die Verzerrungen der Gesichtsmuskeln bei diesem ängstlichen Athmen sind von jenem Nerven abhängig. Die Durchschneidung dieses Nerven nimmt dem Antlitze seine Sympathie mit den Athemorganen und den Ausdruck des Affectes. Bei den Thieren nimmt die Ausbildung dieses Nerven mit dem Mangel der leidenschaftlichen Bewegungen in ihrem Gesichte ab.

3) Der obere Rumpfathemnerve, Nervus accessorius Willisii, ausgezeichnet durch seinen merkwürdigen Verlauf, dass seine vom obern Theile des Rückenmarks kommenden einfachen, zwischen den doppelten Wurzeln der Spinalnerven entspringenden Wurzeln, zu seinen Wurzeln von der Medulla oblongata aufsteigen, dass er also mit einem grossen Theile seiner Wurzeln in die Schädelhöhle aufsteigt, um als Nervenstamm wieder aus ihr herauszutreten. Dieser Nerve verstärkt zum Theil den Vagus, und beherrscht die Thätigkeit des Musc. cucullaris bei Ausübung seiner Functionen als Athemmuskel, indem er durch das Heben der Schulter die Brust von ihrem Gewichte befreit. Durchschneidet man den Nervus accessorius bei einem lebenden Thiere, so hört nach Bell die Mitwirkung jenes Muskels beim Athmen auf, während die Fähigkeit desselben zu willkürlichen Bewegungen (durch Aeste von Cervical-Nerven noch fortdauert.

4) Der grosse innere Athemnerve. Nervus phrenicus. Zwerchfellsnerve.

Auf den Nervus thoracicus posterior ist von Bell mehr Gewicht gelegt worden, als er verdient.

Die Quelle aller dieser Nervenwirkungen ist, wie wir gesehen haben, die Medulla oblongata. Ihre Verletzung hebt alle Athembewegungen auf. Dagegen eine Verletzung des Rückenmarks im 5. Halswirbel, welche den N. phrenicus noch nicht betheiligt, nach Bell das Athmen durch den Nervus phrenicus, accessorius und respiratorius externus noch nicht aufhebt. Hier erfolgt die Exspiration durch blosse Elasticität der Brust- und Bauchwände. Dagegen athmet nach Bell ein neugebornes Kind noch, wenn das Gehirn grösstentheils zerstört ist, wenn nur die Quelle der Athemnerven in der Medulla oblongata unverletzt ist. Bell *physiol. pathol. Untersuchungen des Nervensystems*, übers. von M. H.

Romberg. *Berlin* 1832. *p.* 126. 338. Vergl. Mueller's *Archiv.* 1834. 168.

Ich habe schon angeführt, dass das ganze respiratorische System der Nerven dem Ausdrucke der Leidenschaften dient. Dasselbe wird aber auch in vielen anderen Fällen gleichzeitig oder in einzelnen Theilen seiner Wirkungssphäre afficirt. Die asthmatischen Nervenaffectionen sind ein Beispiel von convulsivischer Affection des Systems aller Athemnerven. Aber ein Umstand, worauf Bell nicht aufmerksam gemacht hat, und der mir sehr viel Licht über viele Erscheinungen zu verbreiten scheint, ist, dass das System der Athemnerven durch locale Reize in allen Theilen, welche mit Schleimhäuten versehen werden, in krankhafte Thätigkeit zu Erzeugung convulsivischer Bewegungen gesetzt werden kann. Reize auf die Schleimhaut der Nase bewirken Niesen, Reize im Schlund, in der Speiseröhre, im Magen, im Darm bewirken die Concurrenz der respiratorischen Bewegungen zum Erbrechen, heftige Reizung im Mastdarme, in der Urinblase, im Uterus, bewirken die Concurrenz der respiratorischen Bewegungen zum unwillkürlichen Stuhlgang, und Harnlassen und zum Austreiben der Frucht. Reize der Schleimhaut des Kehlkopfes, der Luftröhre, der Lungen, ja selbst ein Jucken erregender Reiz in der eustachischen Trompete bewirken Husten.

Alle diese Bewegungen, Husten, Erbrechen, krampfhaft unwillkürlicher Stuhlgang, unwillkürliches, mit Zwang verbundenes Harnlassen, werden mit Hülfe der Respirationsbewegungen ausgeführt. Der locale Reiz wirkt hier von der innern Haut der Eingeweide auf die darin sich verzweigenden Aeste des Sympathicus, bei Magen, Schlund, Kehlkopf, Lungen auch auf die Aeste des N. vagus, in der Nase auf Nasaläste des N. trigeminus, und reflectirt sich auf die Quelle der Athembewegungen in der Medulla oblongata und auf das Rückenmark, von welchen aus nun die Gruppen der respiratorischen Bewegungen ausgehen, welche Erbrechen, Husten, Niesen etc. bewirken. Reizung der Nasaläste des N. trigeminus in der Nase bewirkt Niesen, und selbst dann, wenn die Reizung secundär ist, wenn z. B. der Reiz des Sonnenlichtes auf den Sehnerven zuerst, dieser auf das Gehirn wirkt, das Gehirn eine secundäre Erregung der Nasennerven und gleichzeitig der Athemnerven verursacht. Ich niese, wie viele Andere, sobald ich helles Sonnenlicht sehe. Reizung des Vagus allein in Kehlkopf, Luftröhre, Lungen erregt Husten, Reizung des Schlundastes des Vagus und des glossopharyngeus im Schlunde, des Vagus im Magen erregt Erbrechen. Wir wollen nun die einzelnen Gruppen dieser sympathischen Respirationsbewegungen durchgehen.

Alle einzelnen Athembewegungen können isolirt ausgeführt werden, und verbinden sich zuweilen zu Gruppen, wie sie in der Regel beim Athmen nicht stattfinden.

Die Zusammenziehung des Zwerchfells, verbunden mit den Athembewegungen zum Ausathmen, findet beim gewaltsamen Austreiben eines Körpers aus Theilen der Bauchhöhle, willkürlich oder unwillkürlich statt, z. B. willkürlich beim Stuhlgang und

Harnlassen, unwillkürlich beim Erbrechen, Gebären, unwillkürlichen Stuhlgang nach zu langem Zurückhalten der Excremente und beim unwillkürlichen Harnlassen nach zu langem Zurückhalten des Harns. Sowohl der Schlund als Magen, als Mastdarm, die Urinblase, der Uterus, alle diese Theile stehen durch ihre Nerven in einem solchen Zusammenhang mit den Gehirn- und Rückenmarksnerven, dass jeder heftige Reiz in Schlund, Magen, Mastdarm, Urinblase, Uterus nicht bloss die Zusammenziehung dieser Theile, sondern auch die Zusammenziehung der Bauchmuskeln und des Zwerchfells verursacht zum Austreiben des Reizes nach oben oder nach unten. Diese Wirkung geschieht durch Reflexion der Reizung von Aesten des Nervus vagus im Schlunde und Magen auf das Gehirn und von sympathischen Zweigen des Magens auf das sympathische System und auf Gehirn und Rückenmark, durch Reflexion der Reizung von Nerven des Mastdarms, des Uterus, der Urinblase, theils sympathischen Nerven, theils Aesten der Sacralnerven auf das Rückenmark. Bei allen jenen Bewegungen zum Austreiben eines Theiles nach oben oder nach unten, wird die Stimmritze eine Zeitlang verschlossen.

Für die Genesis des Erbrechens ist eine Beobachtung von mir sehr instructiv, dass, wenn man bei einem Kaninchen die Unterleibshöhle öffnet, und den N. splanchnicus (an der innern Seite der Nebenniere) auf der linken Seite blosslegt, diesen Nerven mit einer Nadel zerrt, öfter eine Zuckung der Bauchmuskeln entsteht. Beim Hunde habe ich diess nicht wieder gesehen.

Beim Husten wird die Reizung des N. vagus in Kehlkopf, Luftröhre, Lungen auf die Medulla oblongata verpflanzt. Die Medulla oblongata erregt darauf Zusammenziehung der Stimmritze, mit krampfhaften Exspirationsbewegungen der Brust- und Bauchmuskeln, wobei in jeder Exspirationsbewegung die vorher geschlossene Stimmritze sich etwas öffnet, und ein lauter Ton entsteht. Das Zwerchfell hat mit dem Husten nichts zu thun, als dass zuweilen vor dem Husten ein tieferes Einathmen erfolgt. Nach Krimer (*Untersuchungen über den Husten*) und Brachet kann man nach Durchschneidung des Nervus vagus auf beiden Seiten bei einem Thiere keinen Husten mehr durch heftige Reizung der innern Fläche der Luftröhre erregen. Nach Durchschneidung des N. sympathicus am Halse kann man nach Krimer allerdings noch Husten erregen.

Wir sind im Stande, den Eingang in den Kehlkopf nicht bloss durch die Schliessung der Stimmritze, sondern selbst im Rachen von dem Nasenkanal und Mundkanal abzuschliessen. Diess geschieht durch die von Dzondi entdeckte Annäherung der hinteren Gaumenbogen, die sich fast gleich zwei von der Seite sich nähernden Vorhängen aneinander legen, und durch Anlegen des hintern Theils der Zunge gegen dieses Planum inclinatum. Diese Bewegung geht jedesmal dem Niesen vorher.

Das Niesen ist eine heftige plötzliche Zusammenziehung der Exspirationsmuskeln, nachdem die Luftgänge vorher vorn abgeschlossen waren. Diese Verschliessung ändert sich im Moment der heftigen Exspiration in ein plötzliches Oeffnen des Mundgan-

ges und Nasenkanales zugleich, oder des Nasenkanales allein. Mit dem Zwerchfelle, das so viele ältere und neuere Autoren nach dem Volksglauben eine Rolle spielen lassen, hat das Niesen gar nichts zu thun. Das Zwerchfell ist kein Musculus exspiratorius, und nur bei dem dem Niesen vorhergehenden tiefen Einathmen ist das Zwerchfell thätig. Die weitläufigen Nervensympathien zur Erklärung des Niesens scheinen ganz unnöthig. Bei der falschen Supposition, dass das Niesen durch das Zwerchfell erfolge, liess man die Reizung des Nasalnerven auf den tiefen Zweig des N. vidianus und auf den sympathicus, und von dort auf die Halsnerven und den N. phrenicus sich fortpflanzen. Da nicht das Zwerchfell, sondern die Expirationsmuskeln den Akt des Niesens (mit vorhergehender Abschliessung des Mund- und Nasenkanals) bewirken, so ist es am einfachsten, als Vermittler zwischen den Nasalästen des Trigeminus, den Exspirationsmuskeln und den Muskeln des Gaumensegels, die Medulla oblongata selbst anzusehen, nach Analogie der sympathischen Bewegung der Iris durch den Lichtreiz. Denn hier wirkt, wie es sich deutlich zeigen lässt, der Lichtreiz weder unmittelbar auf die Ciliarnerven, noch von der Netzhaut auf die Ciliarnerven. Die Arteria centralis ist zwar nach Tiedemann's Entdeckung von einem feinen Zweigelchen vom Ciliarknoten begleitet. Diess Zweigelchen verbreitet sich aber auf der Arteria centralis retinae, und steht mit der Retina in keinem erwiesenen Zusammenhange. Bei voller Lähmung der Retina bewirkt das Licht in der Regel keine Zusammenziehung der Iris mehr, wohl aber noch durch das gesunde Auge eine Zusammenziehung der Iris des kranken Auges. (Es giebt indess Ausnahmen von dieser Regel, welche Tiedemann *Zeitschr. für Physiol.* 1. 252. zusammengestellt hat.) Die Bewegung der Iris erfolgt daher auch offenbar durch eine Reflexion der Reizung der Retina auf das Gehirn, vom Gehirn zurück auf den N. oculomotorius, und das Ganglion ciliare. Die Sympathieen eines grossen Theils von Nerven mit einer örtlichen Reizung durch Vermittelung des Gehirns und Rückenmarks, werden sehr gut erläutert durch die bei der Narkotisation eines Thiers erfolgenden Erscheinungen, wo eine leise Berührung auf der Haut schon allgemeine tetanische Krämpfe erzeugt.

Das Gähnen ist eine tiefe und langsame Inspiration und Exspiration mit Antheil der Respirationsmuskeln des Gesichts, die vom facialis abhängig sind. Der Mund wird dabei weit geöffnet, eine Bewegung, die auch vom N. facialis durch den Musc. digastricus beherrscht wird. Das Gähnen erfolgt gewöhnlich nach einer Ermüdung, besonders leicht und häufig bei Menschen mit gereiztem und geschwächtem Nervensysteme, auch bei der Schläfrigkeit, bei dem Eintritte eines Fiebers. Dass es von Hindernissen im kleinen Kreislauf entstehe, scheint mir eine durchaus falsche Supposition. Lachen und Weinen sind auch mit Affectionen der Respirationsnerven, im Gesichte und am Rumpfe verbunden.

Das Schluchzen ist eine wahre Zwerchfellsaffection, ein abruptes Einathmen bloss durch das Zwerchfell; zuweilen zieht sich das Zwerchfell zusammen, während die Stimmritze zugleich geschlos-

sen ist. Das Schluchzen entsteht meist durch Druck auf Schlund, Speiseröhre beim Verschlingen zu grosser Bissen, oder bei zu schneller Aufeinanderfolge der Verschlingungen. Häufig ist es ein Zeichen von Nervenaffection. Nach Krimer soll man das Schluchzen bei Thieren durch Reizen und Drücken des linken Magenmundes hervorbringen können.

Alle Athembewegungen erfolgen ausser dem Einfluss des Willens unwillkürlich, und sind doch auch innerhalb einer gewissen Grenze dem Willen unterworfen. Sie erfolgen, ohne dass wir es wissen, im Schlafe und zu anderer Zeit in beständigem Rhythmus; häufig als blosse periodische Inspirationen, in deren Zwischenzeiten die Theile wieder durch die Elasticität sich verengern, häufig auch als abwechselnde Inspirations- und Exspirationsbewegungen. Sind die Lungen zum Theil zerstört, oder mit Blut überfüllt, so kann in gleichen Zeiten viel weniger geathmet werden, und die Athembewegungen sind dann in gleichem Grade schneller. Die Athembewegungen sind insofern dem Willen unterworfen, als wir den Eintritt der einzelnen Athemzüge, aber nur innerhalb einer gewissen Grenze, willkürlich bestimmen, dieselben verkürzen, verlängern, verschieben können, und die Athembewegungen auf einzelne Gruppen der Respirationsmuskeln beschränken können, indem wir z. B. bald mit den Brustwänden, bald mit dem Zwerchfelle, bald mit beiden zugleich die Inspirationsbewegung machen. Diese Willkür üben wir wie bei fast allen Bewegungen, die von Gehirn- und Rückenmarksnerven abhängig sind, aus, und die Willkür dauert so lange, als die entsprechenden Nerven noch mit dem Gehirne und Rückenmark in Verbindung stehen. Ausserordentlich merkwürdig und räthselhaft ist nun aber der Rhythmus der unwillkürlichen Athembewegungen, welcher, wie wir schon gesehen haben, auch in der Medulla oblongata seine Quelle hat. Bei dem Fötus fehlen diese Athembewegungen bis nach der Geburt. Es liegt sehr nahe zu glauben, dass der Einfluss der atmosph. Luft auf die Lungen-, Luftröhren- und Kehlkopfnerven die Ursache der Athembewegungen sey, insofern die Reizung der feinsten Zweige der Nervi vagi in diesen Theilen nach dem Gehirne und der Quelle der Athembewegungen verpflanzt werde. Diess ist indess unzweifelhaft falsch; denn wenn diess richtig wäre, so müsste die Zerschneidung der Nervi vagi am Halse mit gleichzeitiger Durchschneidung des höher abgehenden Nervus laryngeus superior bei Thieren das Athmen ganz aufheben, weil dadurch die Empfindung des Reizes der atmosph. Luft in den Lungen und im Kehlkopfe aufgehoben wird. Ich habe diess beim Kaninchen gethan, ich habe den Nervus vagus auf beiden Seiten durchschnitten, und nachdem ich eine Oeffnung in die Luftröhre zur Unterhaltung des Athmens gemacht, auch den Nervus laryngeus superior durchschnitten, ja hernach den ganzen Kehlkopf ausgeschnitten, aber der Rhythmus der Athembewegungen dauerte unverändert fort, so wie er nach der Durchschneidung der Nervi vagi zu seyn pflegt. In dem Fötuszustande ist aber allerdings die Luftröhre und der Kehlkopf in einem unempfindlichen Zustande, da

der Liquor amnii nach Scheel's Untersuchungen in beide eindringt, während beim Erwachsenen die geringste Flüssigkeit an der Stimmritze heftige Bewegungen erzeugt.

Die Ursache des ersten Athmens nach der Geburt scheint mir allein in dem Reize zu liegen, welchen das in den Lungen sogleich sich oxydirende Blut auf das Gehirn, und vorzüglich die Medulla oblongata als Quelle der Athembewegungen ausübt, während diese Organe bisher in einem mehr schlummernden Zustande sich befanden. Das Blut des neugebornen Kindes wird, sobald es geboren ist, in den Lungen schon hellroth, das hellrothe Blut gelangt in wenigen Augenblicken ins Gehirn, und auf der Stelle beginnen die Athembewegungen. Bei dem Athmen der Frösche in Wasserstoffgas oder in Stickgas hören die Athembewegungen allmählig nach einigen Stunden auf, weil der dazu nöthige Reiz, das hellrothe Blut fehlt. Werden die Frösche in die atmosphärische Luft gebracht, so kehren sie, wenn nur ihr Herz, wenn gleich in noch so grossen Pausen, schlägt, ins Leben zurück, indem ihre Athembewegungen allmählig wieder anfangen. Vergl. oben meine und Bergemann's Versuche pag. 332. 333.

Bartels (*die Respiration als vom Gehirne abhängige Bewegung und als chemischer Process. Breslau* 1813. 99.) behauptete, die Anhäufung des venösen Blutes im Gehirne beim Ausathmen habe Einfluss auf die Hirnwirkung beim Athmen. Allein Treviranus sah die Athembewegungen der Frösche nach Unterbindung der Blutgefässe fortdauern (*Biol.* 5. *p.* 260.) und Legallois sah enthauptete Kaninchen den Mund wiederholt wie zum Athmen öffnen und schliessen. *l. c. p.* 29.

Die Zerschneidung des Nervus recurrens auf beiden Seiten ist bei jungen Thieren oft tödtlich, wie Legallois fand; bei erwachsenen Thieren ist sie nicht tödtlich. Die Zerschneidung eines Nervus vagus ist nicht tödtlich, aber die gleichzeitige Zerschneidung beider Nervi vagi ist immer tödtlich, der Tod erfolgt innerhalb mehrerer Tage. Die Ursachen des Todes nach dieser Operation haben die Physiologen seit Rufus Ephesius und Galenus beschäftigt, in der neuern Zeit hat man diese Untersuchungen gründlicher angestellt, aber man kann immer noch nicht sagen, durch welche Entziehung zunächst diese Verletzung tödtet. Die Athembewegungen sind davon grösstentheils unabhängig. Der Nervus recurrens wird zwar dabei und also die Muskeln des Kehlkopfes halb gelähmt; allein man weiss, dass die Durchscheidung der Nervi recurrentes keinen tödtlichen Erfolg hat. Dupuytren (*Biblioth. méd.* 17.) fand, dass ein Pferd, dessen beide Nervi vagi durchschnitten waren, innerhalb einer Stunde, ein Hund innerhalb 2—3 Tagen stirbt, und dass der Tod mit mit immer zunehmenden Beschwerden der Respiration erfolgt. Das Blut in den Carotiden war allmählig dunkler geworden. Hieraus schloss man, dass der chemische Process des Athmens durch jene Verletzung aufgehoben werde. Diese Ansicht war indess schon darum verdächtig, weil das Blut schon ausser dem thierischen Körper die beim Athmen gewöhnliche Veränderung erleidet. In Hinsicht der Kritik dieser Beobachtungen verweise

ich auf die unten angeführten vortrefflichen Abhandlungen von Emmert, welche die vollständigste Zusammenstellung der früheren Versuche enthalten.

Bald zeigte auch Blainville (*Nouv. bullet. de la soc. philom.* 1808.) durch Versuche an Vögeln, dass diese nach Durchschneidung der Nervi vagi eben so viel Sauerstoffgas verzehren und Kohlensäure absondern, als im gesunden Zustande, dass die Farbe des Bluts sich eben so noch in den Lungen verändert. Die Vögel leben nach dieser Operation noch ziemlich lange, 6—7 Tage, Kaninchen sterben schon nach circa 7 Stunden. Die Vögel sollen nach völliger Abzehrung sterben. Daher Blainville die Ursache des Todes in der Störung der Verdauung sucht, was jedenfalls schon nicht auf die Kaninchen und Säugethiere überhaupt passt. (Ich konnte keine Abmagerung bei Gänsen wahrnehmen, denen der Vagus auf beiden Seiten durchschnitten war.) Dumas (*Journ. gén. d. médec. T.* 33. 1808. *Dec.*) fand, dass atmosphärische Luft oder Sauerstoffgas in die Lungen eingeblasen dem Arterienblute wieder eine hellrothe Farbe mittheilt. Nach Emmerts Versuchen an Kaninchen (Reil's *Archiv* 9. 380; 11. 117.) wird das Athmen nach jener Operation seltener, langsamer, beschwerlicher. Diese Erscheinung ist ganz constant und es ist in der That sehr interessant, wie ich bei Kaninchen und Vögeln beobachtete, dass von dem Moment an, wo beide Nerven durchschnitten sind, die Athemzüge tief und langsamer werden. Emmert fand die Umwandlung des Blutes in den Lungen nicht sehr verändert, er leitet den Tod der Thiere zum Theil von der Lähmung der eigenthümlichen Bewegung der Bronchien ab. Emmert hat zugleich darauf aufmerksam gemacht, dass der sympathische Nerve und der N. vagus unter den Säugethieren nur bei den Kaninchen am Halse getrennt sind, dass sich aber bei den meisten Säugethieren der N. sympathicus bald nach dem Austritt aus dem Ganglion cervicale supremum mit dem N. vagus verbindet, und dass man daher den N. vagus nicht ohne den N. sympathicus unterbinden oder durchschneiden kann. (Nach Bischof hängt der N. sympathicus nur beim Schwein, Kaninchen, Maulwurf, Waldmaus nicht mit dem Vagus fest zusammen. *Nervi accessorii anatomia et physiologia. Heidelb.* 1832.; auch nicht beim Stachelschweine nach meiner Beobachtung.) Emmert erklärte nun den verschiedenen Erfolg der Versuche von Dupuytren, Blainville und Andern von der Durchschneidung beider Nerven oder des einen nach den verschiedenen Thieren, welche angewandt wurden. Von Dupuytren waren beim Pferde beide Nerven, in Emmert's Versuchen an Kaninchen, und Blainville's Versuchen an Kaninchen und Vögeln war dagegen bloss der N. vagus durchschnitten worden. Dass indess diess keinen besondern Einfluss haben kann, geht aus v. Pommer's Versuchen hervor, nach welchen die Durchschneidung des Nervus sympathicus auf beiden Seiten bei Thieren am Halse ganz ohne wichtige Folgen ist. Diese Versuche wurden bei Kaninchen und Hunden, bei letzteren so gemacht, dass die Scheide, welche den Sympathicus und Vagus einschliesst, geöffnet, und der Sympathicus allein durch-

schnitten wurde. Die Thiere zeigten bis zur 7. und 8. Woche, so lange sie beobachtet wurden, keine wichtige Veränderung. Vergl. pag. 198. Nach ARNEMANN sterben Hunde nicht immer nach Durchschneidung der Nervi vagi.

Nach PROVENÇAL (*J. gén. de méd.* 37. 1810. *Janv.*) hört der chemische Process des Athmens nach jener Operation nicht auf, wird aber vermindert. Es fand, dass die Thiere weniger Sauerstoffgas verzehren und weniger Kohlensäure bilden, und dass die thierische Wärme abnimmt. LEGALLOIS, der bereits gefunden hatte, dass ein Thier um so kürzere Zeit ohne Respiration ausdauert, je älter es wird, fand auch, dass nach der Durchschneidung der Nervi vagi der entgegengesetzte Fall eintritt. Ein neugeborner Hund stirbt nach jener Operation schon in ½ Stunde, während sie ein erwachsener Hund 1—2 Tage überlebt, wie denn bei jungen Thieren selbst die Durchschneidung der Nervi recurrentes in ½ Stunde tödtet, so dass bei jungen Thieren die Ursache des schnellen Todes nach der Durchschneidung der Nervi vagi die gleichzeitige Lähmung der von ihnen abgehenden Nervi laryngei inferiores und die Paralyse der Muskeln des Kehlkopfes zu seyn scheint. Daher auch die Tracheotomie das Leben etwas verlängert. LEGALLOIS überzeugte sich auch, dass die Stimmritze, die sich beim Einathmen erweitert, bei jungen Thieren nach dieser Operation sich fast gänzlich schliesst. LEGALLOIS fand nach der Durchschneidung der Nervi vagi eine Ergiessung einer blutig serösen schäumigen Flüssigkeit in den Lungen, welche die von der Lähmung der Muskeln zur Erweiterung der Stimmritze herrührende Athembeschwerde vergrössert. Beide Ursachen, welche sich bei der Durchschneidung der Nervi vagi vereinen, scheinen hier die endliche Suffocation und den Tod zu bewirken, der nach der blossen Durchschneidung der Nervi recurrentes bei erwachsenen Thieren nicht erfolgt. Nach DUPUY sterben Pferde und Schafe nach der Durchschneidung der Nervi vagi in einer Stunde, wenn aber die Tracheotomie gemacht worden, nach mehreren Tagen. Hier ist gleichsam die Wirkung der Lähmung der Nervi recurrentes getrennt von der Wirkung der Lähmung der Pulmonalzweige der Nervi vagi. Indess glaubt DUPUY, dass die Lähmung der Lungen nicht allein durch die Ergiessung von Flüssigkeiten, sondern auch durch vermindertes Athmen Suffocation bewirke. Die Ursache der Ergiessung von Flüssigkeiten aus den Lungengefässen in die Lungenzellen und die Bronchien ist übrigens leicht aus den pag. 252. angestellten Betrachtungen einzusehen.

Nach KRIMER soll nach der Durchschneidung der Nervi vagi eine Ergiessung von Faserstoff in die Lungenzellen erfolgen, was, wenn es richtig ist, eine Thatsache von Wichtigkeit wäre.

MAYER (TIEDEM. *Zeitschr. für Physiol.* 2. 74.) beobachtete als eine constante Erscheinung nach zahlreichen Versuchen über die Unterbindung und Durchschneidung des N. vagus, dass, wenn der Tod längere Zeit nach der Operation erfolgt, in dem Blute der Lungen und des Herzens sich feste weisse Coagulationen vorfinden, welche die Arterien und Venen der Lungen, so wie auch die Höhlen des Herzens ganz ausfüllen. Diese Coagulationen sind

noch weich und bestehen aus schwarzem Gerinnsel, wenn der Tod bald nach der Unterbindung oder Durchschneidung des N. vagus eintritt; aber wenn der Tod erst nach 48 Stunden oder später eintritt; so sind diese Coagulationen weiss. Diese Beobachtungen sind sehr interessant. In 4 Versuchen, bei 2 Hunden und 2 Kaninchen, die unter meiner Leitung angestellt wurden, fanden sich nach *Durchschneidung* der Nervi vagi, als die Thiere ganz unmittelbar nach dem erfolgten Tode untersucht worden, nur 2 Mal im linken Herzen ein erbsengrosses Coagulum, keines in den Lungengefässen. Eine zweite Erscheinung und Ursache des Todes, die zwar nicht immer nach dieser Operation, aber doch häufig eintritt, ist nach Mayer das Hineintreten von aus dem Magen regurgitirtem Futter durch die ohnehin mehr erschlaffte und unempfindliche Glottis in die Luftröhre und Bronchien. Nach Mayer wird nach der Operation der Herzschlag viel schneller, die Respiration immer langsamer.

Reiht man Alles zusammen, was die verschiedenen Beobachtungen ermittelt, so tödtet die Unterbindung oder Durchschneidung des Nervus vagus durch den Zusammenfluss verschiedener, zuletzt Suffocation herbeiführender Umstände. Diese sind:

1. Die unvollkommene Lähmung der Bewegungen zur Veränderung der Stimmritze.
2. Die Exsudationen in den Lungen.
3. Der veränderte chemische Process in den Lungen.
4. Die von Mayer beobachtete Gerinnung des Blutes in den Gefässen. Vergl. über diesen Gegenstand Lund *Vivisectionen p.* 222 — 243.

II. Abschnitt. Von der Ernährung, vom Wachsthum und von der Wiedererzeugung.

II. Capitel. Von der Ernährung.

a. Process der Ernährung.

Die Ernährung ist kein Gegenstand mikroskopischer Beobachtung. Doellinger und Dutrochet wollen zwar bemerkt haben, dass Blutkörperchen in den Capillargefässen ihre Beweglich-

keit verlieren und sich mit der Substanz verbinden. Ich habe auch öfter ein Stocken der Blutkorperchen beobachtet; allein fortgesetzte Beobachtungen haben mich immer gelehrt, dass im Zustande der kräftigen Gesundheit eines Thiers die Blutkörperchen in den mikroskopisch untersuchten Theilen immer aus den Arterien in die Venen übergehen, und ich halte die Theorie der Ernährung durch Aggregation der Blutkörperchen oder der Kerne der Blutkörperchen für entschieden falsch. So weit ist die Mikrometrie und der Gebrauch guter Instrumente in der Physik der organischen Körper schon gekommen, dass sich aus der blossen genauen Vergleichung der Grössen jene Theorie widerlegen lässt. Was zu einer solchen Genauigkeit gehört, habe ich in der Vorrede zur ersten Auflage dieses Werkes auseinandergesetzt, und bemerkt, dass mikrometrische Messungen, um als Basis für wissenschaftliche Untersuchungen und Vergleichungen zu dienen, nicht bloss direct gemacht seyn müssen, sondern dass das Wichtigste und Unerlässlichste für diesen Zweck ist die Vergleichung eines Körperchens, dass als Einheit oder Maassstab gebraucht werden kann, mit einem andern zu messenden Theile, neben einander unter dem Mikroskop, wie zum Beispiel die mikroskopische Vergleichung der Blutkörperchen des Menschen mit Primitivfasern der Nerven, der Muskeln, die zu gleicher Zeit observirt werden. Da nun die Blutkörperchen des Menschen, nach nahe übereinstimmenden zuverlässigeren Beobachtungen von Kater, Wollaston, Prevost und Dumas, Weber, Wagner und von mir sehr sicher zu 0,00020 P. Z. angenommen werden können (vergl. pag. 106.), so hat man einen sichern Maassstab. Ich bediene mich zur Vergleichung als Maassstab der Blutkörperchen des Menschen, die man sogleich durch einen Hautritz an sich selbst haben kann, und der Blutkörperchen des Frosches, die im Durchmesser circa 4 Mal grösser sind, so wie der durch Essigsäure dargestellten Kerne der Blutkörperchen der Frösche, die im Durchmesser $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ so gross als die ganzen Blutkörperchen sind.

Die Blutkörperchen sind offenbar zusammengesetzte Körper, sie enthalten bei den Fischen, Amphibien, Vögeln, Säugethieren und Menschen Kerne. Die Form der Blutkörperchen ist eigenthümlich und stimmt nicht mit den Elementen der Organe überein, was man auch darüber zu voreilig gesagt hat. Die Muskelfasern und Nervenfasern sollten zwar aus aggregirten Kügelchen bestehen. Allein die Blutkörperchen sind bei keinem Wirbelthiere Kügelchen, sondern Scheiben. Prevost und Dumas und Edwards halten die Kerne der Blutkörperchen für die Elemente der Fasern. Allein so gross auch meine Hochachtung für diese Naturforscher ist, so kann ich doch einen Widerspruch ihrer Ansichten mit meinen Beobachtungen nicht unberücksichtigt lassen. Ich habe mich niemals deutlich überzeugen können, dass die Primitivfasern der Muskeln und Nerven aus Kügelchen bestehen, ich sehe nur Fasern mit dicht folgenden Anschwellungen in den Muskeln, wie denn auch C. A. Schultze (*vergl. Anat.* 123.) die Kügelchen in den Muskelfasern nicht finden konnte. Ich finde

sie noch weniger in den grösstentheils ganz gleichförmigen Nervenfasern, sondern nur Unebenheiten der Oberfläche und ebenso wenig in den Zellgewebefasern und sehnigen Fasern. Nur wenn man bei dem Schimmer des Sonnenlichtes oder mit schlechten Instrumenten, oder bei der Stellung des Objectes ausser dem Focus bei gleichzeitiger Beschattung observirt, sieht man, in allen Geweben leicht Kügelchen, die man aber nicht von Unebenheiten der Oberfläche unterscheiden kann. Mikroskopische Abbildungen können durch Aufnahme dieser Zufälligkeiten nur fehlerhaft werden.

Die Blutkörperchen des Frosches sind nach meinen Untersuchungen 5 — 8 Mal grösser als die Primitivfasern seiner Muskeln. Die Blutkörperchen des Kaninchens sind 5 — 6 Mal grösser als die Primitivfasern der Muskeln, die perlschnurartig aussehen, wenn sie nach 14tägiger Maceration in der Kälte sichtbar geworden sind. Die Primitivfasern der Nerven, welche dicker sind, als die der Muskelfasern, stimmen auch nicht mit den Verhältnissen der Blutkörper und ihrer Kerne überein. Zudem sind die Kerne der Blutkörperchen, wie ich gezeigt habe, gar keine Kügelchen bei den Amphibien, sondern elliptisch und beim Salamander sogar platt; wie können daraus die Primitivfasern der Muskeln und Nerven entstehen?

Die Capillargefässe verbreiten sich zuletzt nicht mehr auf den Primitivfasern der Muskeln, des Zellgewebes u. s. w., dazu sind diese zu klein, sie sind ja dünner als die Capillargefässe von 0,00020 — 0,00050 P. Z. Durchmesser. Der Stoffwechsel kann daher nur durch die Capillargefässwände hindurch geschehen. Diese Ernährung durch die Capillargefässwände hindurch geschieht aus aufgelösten Theilen des Blutes, während die unaufgelösten Blutkörperchen sichtbar aus den Arterien in die Venen übergehen. Die wichtigsten Materiale der Ernährung sind offenbar das Eiweiss und der aufgelöste Faserstoff. Ein Theil derselben kann die Wände der Capillargefässe durchdringen, sie tränken die Partikeln der Gewebe, und die Lymphgefässe führen die zur Ernährung überflüssigen Theile des in die Partikeln der Organe eindringenden aufgelösten Faserstoffs und Eiweisses aus den Geweben wieder ab, ins Blut. Hier ist nun von Wichtigkeit, zu wissen, dass die Capillargefässe selbst noch Wandungen haben, was pag. 216. bewiesen worden. Nichts kann zu den Organtheilen aus dem Blute und von jenen ins Blut, ohne im aufgelösten Zustande die Capillargefässe zu durchdringen. Die auf den ersten Blick zur Erklärung der Ernährung leichtere Vorstellung, dass das Blut in den Capillargefässen nur in Aushöhlungen der Substanz fliesse, zeigt sich bei näherer Untersuchung unstatthaft. Dagegen sind die für Aufgelöstes durchdringlichen Wände der Capillargefässe auch kein Hinderniss für die Anziehung der aufgelösten Theile des Blutes. Die Ernährung geschieht nun, indem die kleinen Partikeln der Organe in den Maschen der Capillargefässnetze die aufgelösten Theile des Blutes anziehen und auch wohl Stoffe an das Blut abgeben. Wilbrand's Ideen von der Metamorphose des Blutes in den klei-

nen Gefässen sind gewiss ohne den Gebrauch des Mikroskops entstanden.

Ob der rothe Farbestoff der Blutkörperchen auch an Organe, die Farbestoff zu enthalten scheinen, wie die Muskeln, etwas abgebe, indem davon etwas aufgelöst wird, oder ob die Muskeln den Stoff, der sich an der Luft stärker röthet, selbst bilden, ist ungewiss. Jedenfalls sind die Blutkörperchen selbst als ganze Körperchen keine Materiale der Ernährung durch Aggregation derselben. Sie gehen beständig aus den Arterien in die Venen über. Ihre Wirkung in der thierischen Oekonomie ist gewiss äusserst wichtig, sie erleiden die beim Athmen stattfindende Veränderung, sie werden beim Durchgange durch die Capillargefässe des Körpers wieder dunkelroth. Sie sind hier in einer Wechselwirkung mit den Partikeln der Organe, welche sie dunkelroth macht, während die Blutkörperchen doch nur an den Organtheilchen vorübergehen. Sie erleiden bei jedem Circuitus innerhalb 3 Min. (p. 186.) ein Mal die hellrothe Färbung in den Lungen, ein Mal die dunkelrothe in den Capillargefässen des Körpers, sie werden in 24 Stunden circa 480 Mal hellroth und dunkelroth. Sie üben im hellrothen Zustande auf die Organe, und namentlich auf die Nerven, einen zum Leben nothwendigen Reiz aus. Dieser Reiz ist aber von der Zuführung neuen Stoffes durch die Ernährung ganz verschieden. Dutrochet glaubte, dass sie elektrische Strömungen bewirken; das 3. Capitel der Lehre vom Blute (pag. 140.) war der empirischen Untersuchung dieser Hypothese bestimmt.

In der Ernährung wiederholt sich das Grundgesetz der organischen Assimilation. Jedes Organtheilchen zieht ähnliche Theilchen aus dem Blute an, und wandelt sie so um, dass sie des Lebensprincips des Organes selbst theilhaftig werden. Der Nerve bildet Nerven-, der Muskel Muskelsubstanz, selbst die organisirten pathologischen Produkte assimiliren. Die Hautwarze vergrössert sich, das Geschwür ernährt seinen Boden, seine Ränder auf die für eine bestimmte Lebensart und Absonderung nöthige Weise, und die Umwandlung der Nahrungsmateriale in ein krankhaft producirendes Organ kann zum Ruin des Ganzen werden.

Die näheren Bestandtheile der Organe sind zum Theil schon im Blute vorhanden, das Eiweiss, das in so vielen Theilen, wie im Gehirne und in den Drüsen, in der Zusammensetzung so vieler anderen Gebilde im mehr oder weniger modificirten Zustande vorkömmt, ist in dem Blute schon vorhanden, der Faserstoff der Muskeln und muskulösen Theile ist die gerinnbare, im Blute und in der Lymphe aufgelöste Materie, das stickstofflose Fett findet sich im freien Zustande in dem Chylus, das stickstoff- und phosphorhaltige Fett des Gehirns, der Nerven, ist im Blute schon vorhanden, und mit dem Faserstoffe, Eiweiss und Cruorin gebunden. Das Eisen der Haare, des schwarzen Pigmentes und der Crystalllinse findet sich schon im Blute vor, die Kieselerde und das Mangan der Haare, das Fluorcalcium der Knochen und Zähne sind, wegen ihrer geringen Menge vielleicht, im Blute noch nicht entdeckt worden. Diese Materien werden von den Partikeln der

Organe, worin sie vorkommen, theils aus dem Blute als Aehnliches ausgezogen, theils werden die näheren Bestandtheile der Organe neu zusammengesetzt; denn unmöglich lässt sich die Ansicht durchführen, dass alle Bestandtheile der Organe schon als solche im Blute vorhanden sind, vielmehr zeigen die organischen Substanzen der meisten Theile theils viele Modificationen von Eiweiss, Faserstoff, Fett, Osmazom, theils ganz eigenthümliche Materien, wie der Leim der Knochen, der Sehnen, der Knorpel, wovon sich im Blute kein Analogon zeigt. Auch die Substanz des Gewebes der Gefässe, die verschiedenen Drüsensubstanzen lassen sich nicht ganz auf jene einfachen Bestandtheile des Blutes zurückführen. Selbst die Vergleichung des Faserstoffs der Muskeln mit dem Faserstoff des Blutes ist nicht strenge. Denn geronnener Faserstoff, geronnenes Eiweiss, zeigen bis auf das Verhalten zum Wasserstoffsuperoxyd fast gar keine chemischen Unterschiede, p. 134, und der wichtigste Unterschied ist nur, dass der im Blute aufgelöste Faserstoff jedesmal gerinnt, sobald er den thierischen Körper verlässt, Eiweiss aber nicht von selbst, sondern nur bei 70—75° C., oder durch Säuren, concentrirte Auflösung von fixem Alkali, Metallsalze gerinnt. Der Faserstoff der Muskeln verhält sich chemisch kaum ähnlicher dem geronnenen Faserstoff, als dem geronnenen Eiweiss. In Hinsicht der Lebenskräfte ist aber der Faserstoff der Muskeln von beiden verschieden. So ist auch die Vergleichung der Nervensubstanz mit Eiweiss und stickstoff- und phosphorhaltigem Fett nur durch den jetzigen Zustand der organischen Chemie zu entschuldigen. Bei der Assimilation findet, indem die Partikeln der Organe zwischen den Capillargefässströmchen aufgelöstes Eiweiss und Faserstoff u. A. anziehen, nicht allein Aneignung der ähnlichen Theile, und Umwandlung der unähnlichen in ähnliche statt, sondern die assimilirenden Theilchen der Organe theilen auch den assimilirten Theilchen des Blutes ihre Kräfte mit.

Die Organe können an Umfang zunehmen, ohne dass sie assimiliren, dann häuft sich der Eiweissstoff und Faserstoff des Blutes im rohen Zustande unassimilirt zwischen den Organtheilchen an, wie in der Entzündung; eine Bemerkung, welche hinlänglich den grossen Unterschied der Entzündung von einer vermehrten Ernährung zeigt. In der Schwangerschaft nimmt das contractile Gewebe des Uterus an wahrhaft assimilirten contractionsfähigen Theilchen zu, aber in der Entzündung des Uterus wird nichts dieser Art bemerkt; die Assimilation der Theilchen des Blutes hört in der Entzündung auf, der aufgelöste Faserstoff schwitzt durch die Häute durch, oder häuft sich in den Interstitien der Organe an; diese nun das Volum des Organes vermehrende Materie ist in den Entzündungen aller Organe dieselbe, während die verschiedenen Gewebe bei der Ernährung die Theilchen des Blutes je nach ihren verschiedenen Bedürfnissen assimilirend verändern. Die Entzündung ist also offenbar kein vermehrter plastischer Process, wofür er so oft ausgegeben wird. Es erklärt sich hieraus sehr gut, warum ein Reiz, welcher die Thätigkeit eines Organes fördert, von einem Entzündungsreize sehr verschie-

den ist. Dass verletzte Theile unter fortdauernder Entzündung neue Substanz bilden, ist hin und wieder für jene falsche Ansicht von der Entzündung angeführt worden. Die Bildung einer Substanz ist indess ein Produkt der Vis medicatrix, während der Fortdauer der Entzündung der Oberfläche, und die Entzündung der Oberfläche muss bis zur vollständigen Heilung fortdauern, weil die Oberfläche sich in beständiger Irritation befindet. Es giebt manche Stoffe, welche die Assimilation vermindern, indem sie entweder die Theilchen der Organe oder des Blutes verändern. Die Jodine z. B. beschränkt bei längerem Gebrauche auffallend die Ernährung. Die Neutralsalze, die Mercurialien, der Tartarus stibiatus und andere beschränken die Assimilation. Diese Mittel verändern zum Theil zunächst das Blut, wie es z. B. bei den kühlenden Salzen offenbar ist, welche selbst dem aus der Ader gelassenen Blute zugesetzt, seine Fähigkeit zu gerinnen aufheben, also die Natur des Faserstoffs verändern; hierdurch werden diese Mittel auch zur Beschränkung der Entzündung wichtig.

Zuweilen ist die Ausbildung der Säfte, des Chylus und des Blutes fehlerhaft, entweder durch Bildung fehlerhafter Nahrungsstoffe, oder durch die Wirkung eines eingeimpften Krankheitsstoffes, wie bei der Syphilis. In allen diesen Fällen, wenn die Säfte fehlerhaft sind, leidet auch die Assimilation. Es entstehen Ablagerungen fehlerhafter Stoffe, Entzündungen, Geschwüre, wie bei der Scrophelsucht, Arthritis, Lepra, Herpes, Scorbut, Syphilis etc. Alle diese unter sich äusserst verschiedenen Krankheiten, welche man Dyskrasien nennt, haben das gemein, dass sie sich durch Ausscheidungen krankhafter Stoffe auf der Haut, durch Ausschläge und Geschwüre der Haut, oft durch Geschwüre in Schleimhäuten, im höchsten Grade durch Degenerationen der Knochen äussern. Mehrere Arzneistoffe, welche selbst die Assimilation, verändern (Alterantien p. 60.) und bei längerm Gebrauche auch Geschwüre und Knochenkrankheiten erzeugen, wie der Merkur, das Antimom, sind zuweilen in einigen dieser Fälle hülfreich, nicht weil Similia similibus curantur, sondern weil sie die Fähigkeit haben, die Zusammensetzung der organischen Theile zu alteriren, wodurch vorher stattgefundene Affinitäten aufgehoben und neue eingeleitet werden können, worauf die beständige Wiedererzeugung aller Theile nach dem Urbilde des Ganzen von selbst (nicht der Mercur) die weitere Ausgleichung und Heilung bewirkt.

In mehreren dieser Krankheiten ist das lymphatische System, die Lymphgefässe und Lymphdrüsen, besonders mit afficirt. Von dem gewöhnlichen Gesichtspunkte, dass die Lymphgefässe bloss eben zur Aufsaugung dienen, lässt sich diess Leiden des lymphatischen Systems bei mehreren dieser Krankheiten, besonders bei der Scrophelsucht, nicht recht verstehen. Wenn man aber weiss, dass die Lymphe (ausser den Lymphkügelchen) fast ganz mit dem Liquor sanguinis (ohne die Blutkörperchen) übereinkommt, und dass man die Lymphe gleichsam Blut ohne rothe Körperchen, das Blut Lymphe mit rothen Körperchen nennen kann, indem

die Lymphe und der Liquor sanguinis aufgelöstes Eiweiss und aufgelösten gerinnbaren Faserstoff enthalten; wenn man weiss, dass die Lymphgefässe den bei der Circulatiou theilweise in die Partikeln der Organe eindringenden Liquor sanguinis wieder, so viel zur Ernährung überflüssig ist, abführen: so sieht man leicht ein, dass die Veränderungen in der Mischung des Liquor sanguinis nicht allein die Capillargefässe irritiren und Entzündung in den Capillargefässen erregen müssen, sondern dass eine und dieselbe Flüssigkeit auch wieder in den lymphatischen Gefässen Irritation erzeugen muss. Daher mangelhafte Bereitung des Blutes, chemische Veränderungen in der Mischung des Blutes nothwendig auch in vielen Fällen Krankheitserscheinungen in den kleinsten Blutgefässen und im lymphatischen Systeme erzeugen müssen, welches zugleich, wie wir pag. 278. gesehen haben, so vielen Antheil an der Umwandlung des Eiweisses in aufgelösten Faserstoff hat. Alle andere im Blute aufgelösten Theile, Salze, ihre fehlerhafte Mischung müssen auch wieder auf den Zustand der Lymphgefässe Einfluss haben. In denjenigen Krankheiten, in welchen die aufgelösten Theile des Blutes weniger fehlerhaft gebildet sind, als der Cruor oder die Blutkörperchen, welche nicht in die Lymphgefässe eingehen, werden auch weniger Krankheitserscheinungen in dem lymphatischen System auftreten, wie im Scorbut. Das fernere Studium der Mischungskrankheiten der Säfte wird daher in der früher angegebenen Analyse der Lymphe und des Blutes eine solidere Basis erhalten.

Die Ernährung aller Theile nach dem Urbilde des Ganzen setzt eine Fortdauer der Kraft voraus, die alle Unterschiede, alle Organe zuerst als Glieder des Ganzen oder Theile des Begriffes erzeugt, jener Kraft, welche in dem Keime vor der Erzeugung der Organe vorhanden ist, wenn der Keim noch das thierische Wesen *potentia* ist, welches *actu* bei der Entwicklung seine Organe erzeugt, erneut und erhält. Die Ernährung ist also gleichsam die fortdauernde Wiedererzeugung aller Theile durch die Kraft des Ganzen; aber diese Wiedererzeugung ist bei dem erwachsenen Menschen nur durch Assimilation, durch Verbindung der neuen Materie mit den assimilirenden Theilen möglich, während bei dem Embryo ohne organisirte Grundlage die unvertheilte Kraft des Ganzen die organisirte Grundlage vielmehr erst erzeugt. Gleichwohl sind alle Organe bis zum Zerfallen des Ganzen zum Zusammenwirken aller assimilirenden Theile von der einen organisirenden Kraft des Ganzen beherrscht, deren Wirkungen wir durch Ausgleichung feiner materieller Veränderungen in den Krankheiten als Heilkraft der Natur bewundern, während die Herstellung verlorner organisirter Theile in den meisten Fällen nach der ersten Zeugung ihr unmöglich ist. Vergl. *Prolegomena* pag. 23. In einigen Krankheiten zeigt sich eine solche fehlerhafte Bildung der thierischen Materie, dass die Assimilation zu den Gewebetheilchen der Organe in einzelnen Theilen ganz aufgehoben wird, und wegen des Vorwaltens fremdartiger Affinitäten nur Afterbildungen entstehen, wie bei dem Krebs und Markschwamme.

Mit dem Leben ist ein beständiger Wechsel der Materie verbunden. Diess zeigt das Bedürfniss der Nahrungsstoffe im Verhältniss der Ausscheidungen. Nun frägt sich aber, wechseln die Bestandtheile der Säfte, oder wechseln selbst die Materien der organisirten Theile?

1. Wechsel der Materie in den Säften. Es liegt am nächsten, den Wechsel der Materie zunächst in den Säften anzunehmen, und zu behaupten, dass dieser tägliche Umtausch von mehreren Pfunden Nahrung gegen mehrere Pfunde zersetzter Stoffe, die mit der Hautausdünstung, beim Athmen, mit dem Harnabgang u. s. w. verloren gehen, bloss innerhalb der Säfte vor sich gehe, während die organisirten Theile selbst daran wenig Antheil nehmen. Die Säfte erleiden, indem sie zur Unterhaltung des Lebens dienen, beständige Zersetzungen, und man könnte hierin die thierische Maschine mit einer andern Maschine, z. B. Dampfmaschine, vergleichen, welche eine gewisse Quantität Brennmaterial zur Erzeugung der Wasserdämpfe erfordert, durch welche sie wirksam ist. Dass der Wechsel der Säfte am grössten ist, ist auch unzweifelhaft Das Seltenwerden der Harnabsonderung bei hungernden Amphibien, z. B. Schildkröten, belehrt uns zur Genüge darüber. So könnte man annehmen, dass die Zersetzung einer gewissen Quantität der Säfte bei der Unterhaltung des Lebens die Ausscheidung der zersetzten Stoffe, und die Zufuhr der neuen Nahrungsstoffe nöthig machen.

2. Wechsel der Materie in den organisirten Theilen. Manche Phänomene scheinen mit dem Wechsel der thierischen Materie in den organisirten Theilen schwer zu vereinigen, wie z. B. die Erhaltung der Erinnerungen, welche von gewissen Eindrükken auf das Sensorium abhängig sind. Mit der organischen Veränderung des letztern wird auch der Schatz an früher gewonnenen Eindrücken verändert und vermindert, und das Gedächtniss für einzelne Reihen der Ideen, für die Architektonik der Sprachen, ja selbst, wie es scheint, oft für gewisse Theile der Sprache, Hauptwörter, Namen etc., für räumliche Anschauungen, Perioden des vergangenen Lebens, aufgehoben. Wie ist nun die Erinnerung, das geistige Leben des Menschen, als eine consequente Entwicklung aus der Vergangenheit, denkbar, wenn man einen grossen Wechsel der Materie in dem Gehirne und den Nerven annimmt? Diese Schwierigkeit würde jedoch nur für die Supposition materieller Veränderungen bei den psychischen Thätigkeiten vorhanden seyn. Auf der andern Seite haben wir wenigstens keine Beweise von einem schnellen Wechsel der Materie im Gehirn.

In den meisten Theilen ausser den Nerven sind dagegen viel unzweifelhaftere Zeichen des Wechsels der Materie vorhanden, und gerade die Knochen, welche noch am stabilsten scheinen, und doch so deutliche Spuren des Wechsels der Materie zeigen, scheinen zu beweisen, dass der Wechsel der Materie sich nicht auf die Säfte beschränkt, sondern ein ausgedehntes Phänomen auch in den organisirten Theilen ist. Hieher gehören z. B. die Entstehung der Zellen in den Knochen, die Entstehung der Stirn-

bein- und Keilbeinhöhlen in der Kindheit, die Resorption der Knochen beim Druck von Geschwülsten, die Resorption der Alveolen bei den Alten, das Dünnerwerden des Schädels bei den Alten und vieles Andere. Die Vergrösserung der Knochenhöhlen mit dem Wachsthum der ganzen Knochen, ja überhaupt das Wachsthum eines so festen Körpers von allen Partikeln aus, die Veränderungen seiner Form beim Wachsthum sind nicht denkbar, ohne eine beständige Wegnahme von Knochenatomen an gewissen Stellen, und Apposition an anderen Stellen, also nicht ohne beständigen Wechsel der Materie. Von anderen Theilen fehlen uns die Beweise des Wechsels der Materie mehr. Es gehören indessen hieher die bei der Regeneration der Schwämme wie des Blutschwamms beständige Zersetzung auf ihrer Oberfläche, das Schwinden der Theile im Hunger, in der Atrophie, bei mehreren chronischen Krankheiten, und das Wachsen, Formverändern und Schwinden der Geschwülste, Warzen, die oft schnelle Restauration nach vorheriger Abmagerung. Die wieder aufgelösten Theile müssen entweder sogleich in die Blutgefässe oder in die Lymphgefässe, wo diese vorhanden sind, übergehen.

Die Resorption der Lymphe kann indess nicht allein als Wiederaufnahme von vorher organisirten Theilchen der Organe in die Säftemasse, und die Lymphe nicht bloss als Colliquament der Organe betrachtet werden; denn die Lymphe ist, wie pag. 153. 255. gezeigt worden, ausser den Lymphkügelchen der farblose Liquor sanguinis, welcher bei der Circulation zum Theil durch die Capillargefässe in die Partikeln der Organe eindringt, zu ihrer Ernährung dient, und dessen überflüssige Theilchen wieder in den überall in den Interstitien der Organtheilchen beginnenden Lymphgefässnetzen sich sammeln. Daher auch die Lymphe durchgehends gleich ist, und überall sich als Liquor sanguinis verhält, d. h. aufgelösten Faserstoff und Eiweiss enthält.

Der Wechsel der Materie in den organisirten Theilen lässt sich schon als nothwendig zu der beständigen Veränderung ihrer Form erkennen. Die Organe verändern von Kindheit auf beständig ihre Form, und diese Veränderung im Ganzen kann nur durch Veränderung in den kleinen Partikeln der Organe zwischen den Capillargefässen bewerkstelligt werden. Hierbei lässt sich denken, dass die resorbirten Theile wieder ins Blut gelangen, und bald wieder zur Ernährung an anderen Stellen verwandt werden. Nun frägt sich aber, ob es nicht einen Wechsel der Materie in den organisirten Theilen giebt, wobei wirklich zersetzte Bestandtheile der Organe ins Blut wieder aufgenommen werden, um aus der thierischen Oekonomie ganz entfernt zu werden. Leider besitzen wir zur Entscheidung dieser Frage keine Thatsachen, als das Ende des Lebens überhaupt, die Gewissheit, dass im Alter immer mehr die Anhäufung unwirksamer Bestandtheile in den Organtheilen zunimmt, die Knochen an thierischer Materie verlieren (pag. 366.), Kalkerde in den Wänden der Arterien (zwischen mittlerer und innerer Haut) und in anderen Theilen abgelagert wird. D'Outrepont (*diss. de perpetua materiei organico-animalis vicissitudine. Hal.* 1798. Reil's *Arch.* 4. 460.)

nimmt an, dass das Leben selbst nur durch und mit einem beständigen Wechsel der Materie in den Säften und den organisirten Theilen bestehe. Dass das Leben mit einer beständigen Zersetzung der Materie verbunden ist, ist schon oben pag. 34. entwickelt worden. Jede Action verändert die Mischung des agirenden Theiles, und erfordert eine Restauration der Mischung, die mit der Erholung erst allmählig erfolgt. Es scheint daher wirklich, dass auch die organisirten Theile einer allmähligen Zersetzung ihrer Bestandtheile unterworfen sind, die von ihrer Action untrennbar ist, und die Restauration veranlasst. Schon in den Prolegomena ist pag. 53. dasjenige angeführt worden, was wir über die Statik zwischen der Zersetzung bei den Actionen und der Restauration wissen. Aber leider lassen sich alle diese zarten Verhältnisse nicht der Berechnung unterwerfen. Wir haben hier nur ganz schwache Anhaltspunkte, wie eben die Ermüdung nach den Actionen, die Nothwendigkeit einer grössern Menge kräftigerer Nahrung nach grossen geistigen und Muskel-Anstrengungen; dagegen zeigt uns die Unveränderlichkeit gewisser in die Haut eingeriebener Färbestoffe eine Grenze auf der entgegengesetzten Seite. Innerhalb dieser Grenzen zeigen sich wieder sehr verschiedene Anzeigen des Stoffwechsels in den organisirten Theilen, wie z. B. das oft schnelle Verschwinden der Hautwarzen, der rasche Stoffwechsel bei der Resorption der Knochen und der Heilung der Knochenverletzungen, die ganz allmählig erfolgende Reduction eines unförmlichen Callus in einen solchen, welcher mehr den natürlichen Formverhältnissen der Knochen entspricht, wobei nach Monaten selbst in den zusammengeheilten Knochen an der Stelle der Zusammenheilung die früher ausgefüllte Knochenhöhle sich wieder herstellt; dagegen die geringe Veränderlichkeit der Flecken in der Cornea uns wieder zeigt, wie der Stoffwechsel hier im umgekehrten Verhältnisse mit der Sparsamkeit der Blutgefässe steht. Der Stoffwechsel ist übrigens in der Jugend am grössten, und nimmt im Alter immer mehr ab.

b. Chemische Zusammensetzung der organisirten Theile.

I. Gewebe mit eiweissartiger Grundlage.

Die Gewebe mit eiweissartiger Grundlage geben beim Kochen keinen Leim und werden beim Kochen nur wenig verändert; nur das in ihre Zusammensetzung eingehende Zellgewebe kann in Leim aufgelöst werden. Die Modificationen der eiweissartigen Körper sind noch nicht genau gekannt. Bis jetzt kennt man nur das Eiweiss im engern Sinn und den Faserstoff genau, deren Eigenschaften in der Lehre vom Blut angegeben worden. Die saure Auflösung der eiweissartigen Körper wird von Kaliumeisencyanid gefällt. Dadurch unterscheiden sich diese Stoffe von den leimgebenden Körpern. Zu dem Gewebe mit eiweissartiger Grundlage gehören das Gehirn und die Nerven, die Muskeln, die Drüsen, die Schleimhäute.

1. *Gehirn, Rückenmark und Nerven.* Die Elementartheile der Nervensubstanz sind die sogenannten Primitivfasern des Gehirnes,

Rückenmarkes und der Nerven, welche in den Nerven durch Zellgewebe zu Bündeln und Plexus vereinigt sind, ohne selbst in ihrem Verlaufe jemals zusammenzuhängen. Sie bestehen aus einer Röhre und einem Inhalte, der im Gehirn und Rückenmark überaus weich ist, in den Nerven aber viel mehr Consistenz hat und sich selbst von der Röhre in einigem Zusammenhange stellenweise isoliren lässt. Die Primitivfasern des Gehirns werden von leichtem Druck leicht stellenweise angeschwollen, varicös, bei stärkerem Druck werden sie ganz zerstört und an ihrer Stelle sieht man Kugeln und Kügelchen. Die Stärke dieser Fäden ist überaus verschieden, im Gehirn und Rückenmark sind sie dünner als in den Nerven, in diesen sind sie gewöhnlich viel stärker als die Elementartheile anderer Gewebe, und haben $\frac{1}{400}$ — $\frac{1}{200}$ Par. Lin. im Durchmesser. Die graue Masse des Gehirns und Rückenmarkes und die Masse der Ganglien besteht aus ziemlich grossen Kugeln, die in den Ganglien durch festes Zellgewebe verbunden sind, im Gehirn und Rückenmark aber überaus leicht zerstörbar sind. Sie haben einen Kern in ihrem Innern, zuweilen sogar, namentlich die Ganglienkugeln, einen Nebenkern an der Oberfläche. Eine ausführliche Darstellung der Structur der Nerven kann erst später in der Nervenphysik gegeben werden. Die Hauptbestandtheile des Gehirns und der Nerven in chemischer Hinsicht sind Eiweiss und Fett in einer noch nicht gekannten nähern Verbindung. Das Fett wird aus dem zerriebenen Gehirne durch kochenden Alcohol oder Aether ausgezogen, worauf das Eiweiss des Gehirns und die zerriebenen Blutgefässe zurückbleiben. Das Hirnfett ist ein stickstoffhaltiges Elain und Stearin. Ersteres ist ein Oel, es riecht wie frisches Gehirn, und schmeckt ranzig, es fault wie andere thierische Stoffe an der Luft. Es wird von kochendem Alkohol in grösserer Menge als von kaltem gelöst. Das Stearin besteht aus weissen atlasglänzenden Schuppen. Nach Gmelin und Kuehn enthält dieses Stearin wieder 2 besondere Stearinarten, das blätterige und das pulverförmige. Das erstere ist dem Gallenfett, Cholestrine, ähnlich, unterscheidet sich aber von ihm darin, dass es phosphorhaltig ist. Das Hirnfett unterscheidet sich von anderen Fettarten, dass es sich nach Vauquelin nicht mit Alkali vereinigen oder verseifen lässt, dass es ausserdem Phosphor enthält (auch das gebundene Fett im Blute und in der Leber enthalten nach Chevreul und Braconnot Phosphor). Die nicht einäscherbare Kohle, welche nach Verbrennung des Hirnfettes zurück bleibt, enthält nämlich so viel Phosphorsäure, dass diese den zur Verbrennung nöthigen Luftzutritt verhindert. Nach Ausziehung der Phosphorsäure durch Wasser, brannte die Kohle wieder eine Weile, und hörte wieder auf; sie war nun wieder sauer geworden; woraus folgt, dass die Kohle des Hirnfettes den Phosphor in einer nicht flüchtigen Verbindung enthält. Nach Vauquelin beträgt der Phosphor ungefähr 1 Proc. vom Gewichte des frischen Gehirns, oder $\frac{1}{3}$ von dem des Hirnfettes, was Berzelius unwahrscheinlich findet. Die übrigen Theile des Gehirns sind Eiweiss und Salze (phosphors. Salze und kohlens. Alkali?). Das Gehirn enthält nach Vauquelin:

Eiweiss		7,00
Hirnfett	Stearin 4,53 / Elain 0,70	5,23
Phosphor		1,50
Osmazom		1,12
Säuren, Salze, Schwefel		5,15
Wasser		80,00
		100,00

Das Gehirn enthält ausserordentlich wenig erdige und salzige Bestandtheile. 50 Gran getrockneten Kalbsgehirns gaben John nur 2 Gran Asche; 100 Theile getrockneter Gehirnsubstanz enthalten nach Sass und Pfaff 3,36 fixe Salze, 100 Theile getrockneter Muskelsubstanz 7,5 fixe Salze. In Hinsicht der Litteratur der chemischen Untersuchungen der Hirnsubstanz verweise ich auf E. H. Weber *Anat.* 1. *p.* 257.

Verdünnte Salzsäure löst nach Reil das Neurilem der Nerven auf. Alkalische Lösung löst dagegen das Mark der Nerven auf.

2. *Muskeln* Die Muskeln bestehen aus Bündeln von Fasern, die primitiven Bündel aus einigen hundert Fasern sind durch Zellgewebe zu grösseren Bündeln, diese wieder zu noch grössern verbunden. Die Primitivfasern der Muskeln haben eine Stärke von 0,00012 — 0,00020 P. Z. An den Muskeln des animalischen Lebens, wozu alle willkührlich bewegliche Muskeln gehören, zeigen die primitiven Bündel sehr regelmässig, dicht aufeinander folgende Querstreifen, die Primitivfasern selbst sind varicös, zeigen nämlich dicht hintereinander folgende Anschwellungen, die durch kurze, engere Zwischenstellen getrennt sind. Von den organischen Muskeln, welche nur unwillkührlich beweglich sind, haben nur die des Herzens und anderer muskulösen Stellen des Gefässsystems Querstreifen der primitiven Bündel. Auch die Lymphherzen haben diesen Bau der Fasern. Siehe Valentin *Repertorium I.* 294. Alle übrigen organischen Muskeln, die des Darms, der Urinblase, des Uterus und der Iris haben einen andern Bau, den primitiven Bündeln fehlen die Querstreifen, den primitiven Fasern fehlen die Knoten; jene sind vielmehr ganz gleichförmig. Eine ausführliche Darstellung des Baues der Bewegungsorgane kann erst später in dem Buche von der Bewegung gegeben werden. Die wesentliche Substanz der Muskeln ist Faserstoff. Das Muskelfleisch wird von langem Kochen härter, und giebt die farblose Fleischbrühe ab, die erkaltet gelatinirt, was von dem Leim herrührt, in den das Zellgewebe nach Berzelius durch Kochen verwandelt wird. Gegen Säuren und Alkalien verhält sich Muskelsubstanz wie Faserstoff. Beim starken Auspressen von zerhacktem Fleische fliesst eine saure rothe Flüssigkeit ab. Diese enthält 1) Eiweiss und Cruorin. 2) Milchsäure. 3) Salze, milchsaures Kali, Natron, Kalkerde und Talkerde, Spuren von milchsaurem Ammoniak, Chlorkalium und Chlornatrium (im Alkohol löslich); ferner phosphorsaures Natron, phosphorsauren Kalk (in Alkohol unlöslich). 4) Extractartige Ma-

terien, a) durch Alkohol ausziehbar, Osmazom (von Fleischgeruch), welches nach Berzelius ein Gemenge von mehreren Substanzen ist; b) durch Wasser löslich, sauer, enthält Milchsäure. Diess Extract ist wieder ein Gemenge mehrerer Wasserextracte, unter welchen das Zomidin, welches den Fleischgeschmack hat. Fleisch mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, bildet eine Substanz, Leucine, die den Geschmack der Fleischbrühe hat. Berzel. *Thierch.* 406. 688.

Berzelius und Braconnot haben das Muskelfleisch des Ochsen analysirt:

	Berz.	Brac.
Fleischfaser, Gefässe, Nerven 15,8 } Zellgewebe, im Kochen zu Leim gelöst 1,9 }	17,70	18,18
Lösliches Eiweiss und Faserstoff	2,20	2,70
Alkoholextract mit Salzen	1,80	1,94
Wasserextract mit Salzen	1,05	0,15
Eiweisshaltiger phoshporsaurer Kalk . . .	0,08	—
Wasser (und Verlust)	77,17	77,03
	100,00	100,00

Sass und Pfaff haben vergleichende Analysen der Muskelsubstanz und Hirnsubstanz angestellt. Meck. *Arch.* 5. 332.

	Muskelsubstanz.	Hirnsubstanz.
Kohlenstoff . .	48,30	53,48
Wasserstoff . .	10,64	16,89
Stickstoff . .	15,92	6,70
Sauerstoff . .	17,64	18,49
Fixe Salze . .	7, 5	3,36
Phosphor . .	—	1,08

Hieraus folgt also, dass die Muskelsubstanz viel mehr Stickstoff, die Hirnsubstanz mehr Wasserstoff enthält.

3. *Drüsen.* Die Substantia propria der Drüsen ist zu blind, oft zellenförmig geschlossenen Kanälen formirt, und besteht aus einem homogenen, mehr körnigen als faserigen Gewebe, über dessen Structurverhältnisse in dem Abschnitt über die Absonderung ausführliche Aufschlüsse gegeben werden. Die Hauptmasse der Drüsen ist ein eiweissartiger Stoff.

Unter den drüsigen Organen sind die Nieren und die Leber chemisch untersucht worden. Als Braconnot die Lebersubstanz des Ochsen zu Brei zerrieben und mit Wasser versetzt hatte, wurde der grösste Theil der Lebermasse aufgelöst. Die milchige Flüssigkeit gerinnt beim Erhitzen. Aus dem Coagulum lässt sich durch Terpentinöl ein fettes Oel ausziehen. Das nach Verflüchtigen des Terpentinöls bleibende fette Oel war rothbraun, halb erstarrt, und hatte Geruch und Geschmack der Ochsenleber. Das Fett war nicht sauer, und also nicht vorher verseift, war aber mit kaustischem Natron verseifbar, ohne dass sich Ammoniak entwickelte. Diess Fett ist indess phosphorhaltig, es verhält sich beim Verbrennen wie Hirnfett. Die Auflösung, woraus sich durch Erhitzen das Eiweiss abgesetzt hatte, röthete das Lackmuspapier,

und schien eine vom Osmazom etwas verschiedene Substanz zu enthalten.

100 Theile eigentlicher Lebersubstanz enthielten

Wasser	68,64
Eiweiss	20,19
Eine wenig Stickstoff haltige, in Wasser leicht, in Alkohol wenig lösliche Materie	6,07
Leberfett	3,89
Chlorkalium	0,64
Kalkerde eisenhaltig	0,47
Salz von einer brennbaren Säure mit Kali	0,10
	100,00

Bei einer Analyse der Menschenleber wollen Frommherz und Gugert auch Käsestoff, Speichelstoff gefunden haben. In der Leber des Rochen fand Vauquelin ein Oel, das mehr als die Hälfte vom Gewichte der Leber betrug. Berzelius schliesst aus diesen Untersuchungen, dass die Leber eine emulsionsartige Verbindung von Eiweiss mit einem fetten Körper enthalte, gemischt mit mehreren anderen Thierstoffen, wie Osmazom und einem oder 2 anderen in Alkohol unlöslichen, in Wasser löslichen Stoffen. Berzel. *Thierch.* 164 — 170.

Berzelius hat die Pferdenieren chemisch untersucht. Die zerriebene Masse wurde in Wasser fast ganz zu einer milchigen Flüssigkeit. Die geringe zurückbleibende faserige Masse bestand wahrscheinlich aus Blutgefässen. Die flüssige Masse gerann durch Hitze. Das Coagulum enthielt viel Fett, und bestand aus Eiweiss. Die Flüssigkeit, worin sich das Coagulum gebildet hatte, war sauer, von Milchsäure, und enthielt thierische Materie, die nach dem Abdampfen theils in Alkohol (Osmazom), theils in Wasser löslich war.

4. *Schleimhäute.* Sie bestehen aus durcheinander gewirkten Fasern, auf welchen eine Schicht von perpendiculären sehr kleinen Cylinderchen aufgesetzt ist und vielen eingestreuten Schleimfollikeln. Siehe das Nähere in dem Abschnitt von der Absonderung. In chemischer Hinsicht scheinen sich die Schleimhäute von dem Gewebe der äussern Haut ganz zu entfernen. Denn die Schleimhäute geben nach Berzelius beim Kochen keinen Leim; sie sind in Wasser ganz unlöslich und werden selbst bei langem Kochen nur hart und spröde. Ihre Grundlage scheint daher den eiweissartigen Körpern anzugehören.

II. Leimgebende Gewebe.

Hieher gehören das Zellgewebe, seröse Gewebe, Sehnengewebe, die äussere Haut, das leimgebende contractile Gewebe, Knorpelgewebe, Knochengewebe, elastische Gewebe. Ihre thierische Grundlage löst sich bei längerem Kochen entweder ganz in Leim auf, oder man erhält bei längerem Kochen mehr und mehr Leim. Einige geben schon in mehreren Stunden viel Leim, wie Zellgewebe, seröses Gewebe, Knochen; andere erst nach 15 — 18 stündigem Kochen, wie die Knorpel, die äussere Haut, andere,

wie das elastische Gewebe, geben erst nach mehrtägigem Kochen nur wenig Leim. Die saure Auflösung der leimgebenden Körper wird von Kaliumeisencyanid nicht gefällt.

1. *Zellgewebe.* Es besteht aus durcheinander gewirkten Bündeln von Fasern, welche Lücken zwischen sich lassen. Die Bündel bestehen aus parallelen durchsichtigen Fasern von 0,0007 engl. Lin. Durchmesser. Die Primitivfasern haben durchaus geradlinigte Begrenzung und zeichnen sich durch ihre geschwungene Form aus, welche an die des lockigen Haars erinnert. Diess Gewebe löst sich beim Kochen ganz in Leim auf.

2. *Das leimgebende contractile Gewebe* der Tunica dartos gleicht mikroskopisch ganz dem Zellgewebe, aber es ist blassröthlich und seine Faserbündel bilden weniger Maschen, und folgen mehr derselben Direction. Es wird durch Kochen ganz in Leim aufgelöst.

3. *Gewebe der serösen Häute,* es besteht ebenfalls aus durcheinander gewirkten Fasern, die weniger Lücken oder Maschen bilden, und deren Bündel inniger aneinander liegen. Sein Leim stimmt ganz mit dem Leim der vorhergehenden Gebilde überein.

4. *Sehniges oder fibröses Gewebe.* Es besteht aus Fasern, die ohne Maschen zu Bündeln vereinigt sind, die bald in gleicher bald in kreuzenden Richtungen verlaufen. Seine Primitivfasern gleichen den Zellgewebefasern in Form und Dicke. Grössere Massen oder Häute dieses Gewebes haben ein atlasglänzendes Ansehen, und auch die Bündel zeigen wegen der welligen Lage der Fasern abwechselnde helle und dunklere Stellen. Schon innerhalb 3 Stunden erhält man durch Kochen sehr viel Leim aus Sehnengewebe.

5. *Gewebe der äussern Haut.* Das Substrat der Haut, in welches vielerlei Organe wie die Haarbälge, Talgbälge, Schweissdrüsen eingesenkt sind, besteht aus durcheinander gewirkten Fasern. Die Oberfläche der Haut bildet kleine Erhöhungen, die Papillen, welche von dem Rete malpighii und der Epidermis überzogen werden. Letztere gehören den später zu beschreibenden Hornbildungen an. Die Haut löst sich beim langen (20 stündigen) Kochen ganz oder grösstentheils in Leim auf. Auf der Fähigkeit des Leims sich mit dem Gerbestoff zu einer der Fäulniss widerstehenden Verbindung zu vereinigen, beruht das Gerben der Häute. Die Structur mehrerer der hier erwähnten Gewebe wird später ausführlicher erläutert. Ueber die Structur des Zellgewebes siehe den Abschnitt von der Absonderung, über die Tunica dartos den Abschnitt von den Bewegungen, über die äussere Haut die Folge des gegenwärtigen Abschnitts.

Der Leim aus allen vorhergenannten Geweben ist der gewöhnliche oder Tischlerleim, Colla, welcher von Gerbestoff, Chlor, Sublimat, Weingeist gefällt wird, von Alaun, Essigsäure, essigsaurem Bleioxyd uud schwefelsaurer Thonerde aber nicht gefällt wird. Der von Weingeist gefällte Leim löst sich in heissem Wasser wieder auf. Die von mir beschriebene eigenthümliche Leimart der permanenten Knorpel stimmt in vielen Punkten mit dem gewöhnlichen Leim überein, unterscheidet sich aber davon

durch folgende Punkte. Er wird von Alaun, schwefelsaurer Thonerde, Essigsäure, essigsaurem Bleioxyd gefällt. Die Fällung von Alaun wird von überschüssigem Alaun wieder aufgelöst, die Füllung von Essigsäure durch überschüssige Essigsäure nicht aufgelöst. Käsestoff wird zwar von den Reagentien des Knorpelleims oder Chondrins auch gefällt, unterscheidet sich aber vom Chondrin durch den Mangel des Gelatinirens, durch sein Verhalten zum Kaliumeisencyanid und durch das Verhalten zum Alaun und zur Essigsäure. Die Fällung des Käsestoffs von Alaun wird von überschüssigem Alaun nicht aufgelöst, die Fällung von Essigsäure wird von überschüssiger Essigsäure aufgelöst.

6. *Knorpel.* Ueber die Structur der Knorpel siehe Purkinje und Deutsch *de penitiori ossium structura. Vratisl.* 1834. Arnold in Tiedemann's *Zeitschrift. V.* 2. Miescher *de inflammatione ossium eorumque anatomia generali Berol.* 1836. J. Mueller *über die Structur und die chemischen Eigenschaften der Knorpel und Knochen.* Poggend. *Ann. XXXVIII.* Purkinje und Meckhauer *de penitiori cartilaginum structura. Vratisl.* 1836. Die Knorpel zerfallen in 4 Klassen:

a. Knorpel mit Knorpelkörperchen. Die meisten permanenten Knorpel und auch der Knochenknorpel vor der Ossification bestehen aus einer trüb durchscheinenden, undeutlich faserigen Substanz, worin ovale, meist platte mikroskopische Körperchen eingestreut sind, die von Purkinje zuerst beobachteten Knorpelkörperchen, diese selbst enthalten oft noch einen durchsichtigen Kern oder mehrere Körnchen in ihrem Innern. Alle diese Knorpel geben beim Kochen nach meinen Beobachtungen Chondrin, keinen gewöhnlichen Leim, Rippenknorpel, Kehlkopfknorpel grösstentheils Luftröhrenknorpel, Nasenknorpel, Knorpel der Eustach. Trompete, Knochenknorpel vor der Ossification, Gelenkknorpel.

b. Chondrinhaltige Faserknorpel. Die Cornea ausser einem feinen Ueberzug von Epithelium, von der gewöhnlichen später zu beschreibenden Structur des Epitheliums, 3 Schichten, die erste feine Schicht wird in heissem Wasser sogleich in einem Augenblick schneeweiss, die innerste feine Schicht ist die Membrana Desmoursii, die sich an die Lamina fusca der Sclerotica anschliesst; die mittlere Schicht oder Hauptsubstanz der Cornea besteht aus sich durchkreuzenden Bündeln von hellen Fasern ohne Knorpelkörperchen. Sie löst sich nach meinen Beobachtungen beim Kochen ganz in Chondrin auf.

c. Spongiöse Knorpel. Sie sind von Miescher entdeckt. Es gehören hieher die gelblichen Knorpel des äussern Ohres, der Kehldeckel, die Santorinischen und Wrisbergschen Knorpel des Kehlkopfes. Sie sind gelb und enthalten keine Knorpelkörperchen, sondern sind durch und durch schwammig, grosszellig, geben nach mehrtägigem Kochen nur äusserst weniges nicht gelatinirendes Extract, dessen chemische Eigenschaften mit dem Chondrin übereinstimmen, während die übrigen chondrinhaltigen Knorpel in 15 — 20 Stunden sich in gelatinirendes Chondrin auflösen.

d. Ligamentöse Knorpel, welche beim Kochen kein Chondrin, sondern nur gewöhnlichen Leim geben. Hieher gehören die Zwischengelenkknorpel, die Ligamenta intervertebralia, Symphysen. Der aus ihnen von mir gewonnene Leim stimmt durchaus mit dem Leim der Sehnen und ist kein Chondrin. Sie enthalten auch keine Knorpelkörperchen, sondern bestehen ganz aus Fasern. Die auch faserige Substanz der Augenliedknorpel ist in chemischer Hinsicht noch nicht untersucht. Die Knorpel der Knorpelfische sind nicht wesentlich vom Knorpel der übrigen Thiere verschieden, wie meine Untersuchungen zeigen. Nach tagelangem Kochen lösen sie sich in Leim auf, der nicht gelatinirt aber mit Chondrin sehr nahe übereinstimmt. Sie enthalten meist aber wenig Knorpelkörperchen. Bei den Cyclostomen fand ich ausser dem gewöhnlichen Knorpel, auch viele spongiöse Knorpel vom Bau des Ohrknorpels des Menschen. Bei den wirbellosen Thieren entfernt sich die Knorpel genannte Materie chemisch ganz vom Knorpel, und ist in heissem Wasser selbst nach dem längsten Kochen ganz unlöslich.

Die mineralischen Bestandtheile der Knorpel ergeben sich aus einer Analyse von Frommherz und Gugert. Die Rippenknorpel eines 20jährigen Mannes gaben Gugert nach dem Verbrennen eine Asche, aus welcher sich die Kohle nicht vollständig wegbrennen liess. Vom Knorpel enthielten 100 Theile Asche

Kohlensaures Natron	35,06
Schwefelsaures Natron . . .	24,24
Chlornatrium	8,23
Phosphorsaures Natron . . .	0,92
Schwefelsaures Kali	1,20
Kohlensauren Kalk	18,37
Phosphorsauren Kalk	4,05
Phosphorsaure Kalkerde . . .	6,90
Eisenoxyd und Verlust . . .	0,99

Bei einer 63jährigen Frau waren dieselben löslichen Bestandtheile in geringerer Menge, der phosphorsaure Kalk in grösserer Menge als der kohlensaure Kalk enthalten. Die Knorpel enthalten $\frac{2}{3}$ ihres Gewichtes Wasser.

7. *Knochen.* Knochen mit verdünnter Salzsäure behandelt, lassen den Knorpel zurück, während die Knochenerde von der Säure aufgelöst wird. Der Knorpel verwandelt sich beim Kochen ganz in Leim. Die Knochenerde der höheren Thiere besteht fast grösstentheils aus phosphorsaurer Kalkerde mit kohlensaurer Kalkerde, und mit geringen Quantitäten phosphorsaurer Talkerde und Fluorcalcium. Die phosphorsaure Kalkerde der Knochen ist basisch in einer eigenthümlichen Verbindung, die man sonst immer durch Niederschlagung der phosphorsauren Kalkerde mit überschüssigem Ammoniak erhält. Im Urin ist die phosphorsaure Kalkerde sauer und aufgelöst, in der Knochenerweichung scheint mehr dieses aufgelösten Salzes durch den Urin ausgeschieden zu werden.

Berzelius Analyse vom Knochen des Menschen und des Rindes.

	Mensch.	Ochse.
Knorpel in Wasser völlig löslich .	32,17	33,30
Gefässe	1,13	
Basische phosphorsaure Kalkerde .	51,04	55,45
Kohlensaure Kalkerde	11,30	3,85
Fluorcalcium	2,00	2,90
Phosphorsaure Talkerde	1,16	2,05
Natron mit sehr wenig Kochsalz .	1,20	2,45
	100,00	100,00

Die Knochen eines Kindes enthalten nach Schreger $\frac{1}{2}$, des Erwachsenen $\frac{4}{5}$, des Greises $\frac{7}{8}$ erdige Bestandtheile. E. H. Weber *Anat.* 1. 316. Ueber kranke Knochen Bostock, *Med. chir. Transact. Vol.* 4.

Dass die phosphorsaure Kalkerde als solche in den Knochen vorkömmt, beweist die Affinität der Rubia tinctorum zu den Knochen lebender Theile, welche sie roth färbt.

Ueber die Structur der Knochen siehe Deutsch, Miescher und J. Mueller a. a. O.

Der Knochenknorpel hat im Allgemeinen die Structur der permanenten Knorpel, und stimmt vor der Ossification ganz damit überein. Wird der von der Kalkerde befreite Knorpel längere Zeit in verdünnten Säuren macerirt, so zerfällt er in Schichten, die sich wie die Schalen einer Zwiebel ablösen lassen. Auch an frischem Knochenknorpel kann man die Schichten erkennen, sie laufen in der Richtung der Fläche der platten Knochen, concentrisch an den Röhrenknochen, ausserdem giebt es auch secundäre concentrische Schichten, deren Systeme von denjenigen Schichten umfasst werden, welche von der Oberfläche der Röhrenknochen concentrisch verlaufen. Im Centrum der secundären Schichten verlaufen die Knochenkanälchen, welche Fett und Gefässe enthalten und überall auf Durchschnitten der Knochen bemerkt werden. Sie sind im Kleinen, was die Markhöhle der Röhrenknochen im Grossen ist. Die Markkanälchen oder Fettkanälchen laufen in den Röhrenknochen der Länge nach und anastomosiren hier und da; in den spongiösen Knochen werden sie durch die Markzellen oder Fettzellen ersetzt. Mehreres vom feineren Bau der Knochen kann am Knochenknorpel selbst nicht, wohl aber an fein geschliffenen Knochenplättchen erkannt werden. In solchen feinen Plättchen erkennt man mit dem Mikroskop ovale Körperchen von der Gestalt der Knorpelkörperchen, die sogenannten Knochenkörperchen. Von jedem derselben gehen radiale zum Theil etwas verzweigte sehr feine Kanälchen aus. Der Durchmesser dieser radialen Kanälchen ist, 0,0002 — 0,0003 Lin. Sie sind dunkel bei durchscheinendem Lichte, wie auch die Knochenkörperchen, während die Zwischensubstanz der Körperchen und Kanälchen an feinen Plättchen ganz durchsichtig ist. Bei auffallendem Lichte erscheinen die Körperchen und Kanälchen weiss. Nach der Behandlung mit Säuren werden diese ganz durchsichtig, woraus sich schliessen lässt, dass unor-

ganische Deposita in den Wänden oder im Innern dieser Theilchen enthalten seyn mögen. Die Hauptmasse der Kalksalze ist übrigens in der durchsichtigen Zwischenmasse, dem hauptsächlichen Theil der Knochen enthalten. Diess sieht man, wenn man die Knochenplättchen mit Pottasche kocht, welche den Knorpel ganz oder grösstentheils löst, während die Kalksalze weiss, zwischen den radialen Figuren zurückbleiben. Ob die Kalksalze an diesen Theil des Knochens chemisch gebunden oder sehr fein darin abgesetzt sind, ist noch unbekannt.

Der thierische Bestandtheil des Knochens oder sein Knorpel besteht aus Leim. Sehr merkwürdig ist, wie meine Beobachtungen gezeigt haben, dass der Leim des Knochenknorpels vor der Ossification Chondrin, nach der Ossification aber gewöhnlicher Leim ist. Auch wenn permanente Knorpel krankhaft ossificiren, wie die Kehlkopfknorpel, enthält das Ossificirte statt Chondrin nun gewöhnlichen Leim. Die von Osteomalacie erweichten Knochen geben nicht einmal mehr Leim beim Kochen und enthalten ausserordentlich viel Fett.

Das knorpelige Skelet der Haifische und Rochen besitzt eine ossificirte Rinde, die aus lauter mosaikartig zusammengefügten kleinen Knochenplättchen oder Säulchen zusammengesetzt ist. Die sogenannten Hautknochen der Thiere dürfen nicht mit den Hornbildungen auf der Haut verwechselt werden. Die Hautknochen der Gürtelthiere, Schildkröten, Störe u. a., so wie die knöchernen Hautschilder der Crocodile und knöchernen Schuppenkerne der Eidechsen sind organisirt wie andere Knochen, das Horn ist dagegen gefässlos und entsteht durch Absonderung. Auf den organisirten Hautknochen liegt noch Horn, so die Epidermis auf den Hautschildern der Gürtelthiere, Crocodile, das Schildpatt auf der Schale der Schildkröten, das Horn auf den Knochenschildern der Crocodile und die Epidermis auf den Schuppenkernen der Eidechsen.

8. *Elastisches Gewebe.* Diesem Gewebe ist es eigen, dass seine Fasern sowohl an Stärke sehr ungleich sind, als auch untereinander anastomosiren, welches letztere von keinen anderen Fasern bekannt ist. So verhält sich das elastische Gewebe überall, in der mittlern Haut der Arterien, in den elastischen Fasern der Luftröhre, in den Kehlkopfbändern, in den gelben Bändern der Wirbelsäule, wie im Ligamentum nuchae der Thiere. Das elastische Gewebe ist gelb, behält seine Elasticität unverändert, wenn es auch noch so lange in Weingeist aufbewahrt und selbst, wenn es viele Tage gekocht wird. Es giebt beim Kochen äusserst schwer und erst nach mehreren Tagen sehr wenig Leim; aber dieser Leim ist eigenthümlich und kann daher nicht von dem Zellgewebe in elastischen Theilen herrühren. Er nähert sich sehr dem Chondrin an, dem er jedoch nicht ganz gleicht. Er wird von essigsaurem Blei, von Essigsäure stark getrübt, von Alaun und schwefelsaurer Thonerde gefällt, aber schwefelsaures Eisenoxyd fällt ihn nicht und macht ihn nur opalisirend. Siehe Eulenberg *de tela elastica. Berol.* 1836. und J. Mueller in Poggend. *Ann.* XXXVIII.

c. Einfluss der Nerven.

Ueber die Nothwendigkeit des Nerveneinflusses auf die Ernährung ist man noch sehr im Dunkeln. Lähmungen des Gehirns und Rückenmarkes zeigen zuweilen gar keinen Einfluss auf die Ernährung. In vielen Fällen sind die gelähmten Theile abgezehrt, welker, und was besonders den Einfluss der Nerven auf die Ernährung erweist, die gelähmten Theile sind leicht nach Verletzungen dem Brande unterworfen. Schröder v. d. Kolk hat beobachtet, dass in gelähmten Gliedern zuweilen Umwandlung der Muskelsubstanz in Fett und Verknöcherung der Arterien erfolgt.

Bei dem Embryo zeigt sich die Ernährung von dem Gehirne sehr unabhängig, indem z. B. hirnlose Missgeburten vollkommen ernährt, bis zur Geburt ausgebildet werden. Dagegen hat man bei dem Mangel gewisser Nerven meist auch einen entsprechenden Mangel des Organes gefunden, und bei dem Mangel der Organe entsprechenden Mangel der Nerven. Tiedemann beobachtete in 3 Fällen Mangel der Riechnerven mit undurchlöcherter Siebplatte und Gaumenspalte. Der Mangel der Augen ist mit Mangel ihrer Nerven verbunden. Tiedemann's *Zeitschr. f. Physiol. I.* 76. Mayer hat eine Missgeburt beschrieben, an welcher die unteren Extremitäten bis auf den Defect von 2 Zehen an der linken vorhanden waren, aber mit dem Mangel des Urinsystems und sehr mangelhafter Entwicklung der Genitalien auch die Cauda equina sehr mangelhaft entwickelt war, indem das Rückenmark in der Gegend des 12. Rückenwirbels stumpf endigte; die Nerven der unteren Extremitäten waren vorhanden. Tiedemann's *Zeitschr. für Physiol.* 2. 41. Bei mehreren defecten Missgeburten sollen zwar die Nerven ganz gefehlt haben, diess kann man aber ziemlich sicher auf die Schwierigkeit und Ungenauigkeit der Untersuchung schieben. Vergl. Mayer a. a. O. Bei den acephalen Missgeburten, die bloss aus einer Extremität bestanden, (siehe oben p. 196.) ist doch noch eine knotige Nervenmasse gefunden worden, von welcher die Nerven der Extremität abgehen, und welche als Rudiment des Rückenmarks zu betrachten ist. Die gegenseitige Bedingung der Organe und der Nerven lässt sich sehr gut bei der Verwandlung der Insekten und Amphibien beobachten. So wandelt sich das Nervensystem der Insekten bei der Verwandlung nach den späteren Organtheilen um; bei der Raupe sind die Knoten des Nervenstranges gleich den Abtheilungen des Körpers mehr gleichartig, bei der Verwandlung, wenn sich einzelne Abtheilungen des Körpers weiter ausbilden, Extremitäten und Flügel entstehen, verschmelzen mehrere Knoten zu grösseren Massen, den Stellen entsprechend, welche neue Organe erhalten haben. Herold *Entwicklungsgeschichte des Schmetterlings. Cassel* 1815. Bei der Verwandlung der Froschlarven schwindet mit dem Schwanze das Endtheil des Rückenmarks, während mit den Extremitäten ihre Nerven sich bilden.

Man muss sich übrigens wohl hüten, die gegenseitige Bedin-

gung von Nerven und Organ so zu verstehen, dass die Erzeugung der Organe von der Präexistenz der Nerven abhänge. In der Keimsubstanz, in welcher noch die ganze organisirende Kraft ruht, werden Nerven und Organ durch eine und dieselbe Kraft erzeugt. Wenn aber einmal die Organe erzeugt sind, scheint ihre beständige Restauration von dem Einflusse der Nerven zugleich mit abzuhängen. Mehrere Thiere bilden, selbst im spätern Leben, verlorne Theile wieder. Die Salamanderlarven erzeugen abgeschnittene Extremitäten, Kiemen, Unterkiefer, Auge wieder. Hier ist es zweifelhaft, ob die in dem Ganzen verbreitete organisirende Kraft, wie bei der ersten Entwicklung, diese Theile nach erzeugt, oder ob die noch unversehrt vorhandenen Centraltheile des Nervensystems die Wiedererzeugung der Theile, zu welchen sie Nerven ausschicken, einleiten. Der Salamander soll die Extremität nicht wieder erzeugen, wenn der Nerve über dem Stumpfe abermals durchschnitten worden (?).

Gegen den Einfluss der Nerven auf die Ernährung könnte man anführen, dass die Knochen sich regeneriren, ohne Nerven zu besitzen, indessen doch auch die ernährenden Gefässe der Knochen so gut wie andere Theile mit feinen Zweigelchen von Nerven, die dem N. sympathicus angehören, versehen seyn können.

Wir besitzen wenig directe Erfahrungen über den Einfluss der Nerven bei den Actionen in den kleinsten Gefässen. Magendie sah, dass Brechmittel in die Venen eingespritzt, Lungen- und Magenentzündung bewirken, dass diese aber viel geringer war, wenn die Nervi vagi vorher durchschnitten waren. Magendie beobachtete, dass auch nach Durchschneidung des N. trigeminus starke Reize an dem Auge keine Augenentzündung erregten, dass aber nach einigen Tagen an dem Auge sich eine Entzündung mit Exsudation im Innern einstellte, auch wenn das Auge nicht gereizt worden. *Journ. d. physiol.* 4. 176. 304. Dupuy hat nach Ausschneidung des Ganglion cervicale supremum nervi sympathici eine Augenentzündung entstehen gesehen, was Mayer bei Unterbindung des N. sympathicus bestätigt hat. Graefe und Walther's *Journ.* 10. 3. Schröder durchschnitt bei einem Hunde an dem einen Beine den N. ischiadicus und cruralis, und verwundete beide Füsse. Am folgenden Tage war die Wunde des paralytischen Beines trockner als die des gesunden; innerhalb 3 Wochen entwickelte die Wunde des gesunden Fusses viel stärkere Entzündungsphänomene; es entstand Eiterung und Granulation, an dem paralytischen Fusse fehlte fast die Entzündung der Wunde, eine weisse Materie wurde ausgeschieden, welche verschorfte. Die Wunde war blass. *Observ. anat. pathol.* 1826. 14. Ich habe nach Durchschneidung des N. ischiadicus, die ich wegen Reproduction der Nerven vornahm, unter mehreren Fällen beim Kaninchen einmal beobachtet, dass das Thier an dem paralytischen Beine an der Ferse sich aufging, wo ein Decubitus entstand. Es gehören hieher auch die plötzlichen Veränderungen des Zustandes der Wunden nach Gemüthsbewegungen, worauf Wunden oft schnell ihr gutes Ansehen verändern, wie Vering und Langenbeck berichten. Siehe Schröder v. d. Kolk a. a. O. *p.* 28.

Ueber den vorzugsweisen Antheil des sympathischen Nerven an der Ernährung im Gegensatze der Cerebro-Spinal-Nerven weiss man nichts, als dass die Ernährung eines Theiles nach Durchschneidung seiner vom Gehirne oder Rückenmarke kommenden Nerven nicht aufhört.

II. Capitel. Vom Wachsthum.

Das Wachsthum der Theile organischer Wesen geschieht auf zweifache Art. Entweder geschieht es von allen kleinen Partikeln zwischen den Capillargefässen aus, indem sich zugleich die Anzahl der Gefässe vermehrt, und so wachsen die organisirten, mit Blutgefässen versehenen Theile, oder das Wachsthum geschieht durch schichtweise Apposition von Bildungsstoff, der von einer organisirten Matrix abgeschieden wird, während die durch Apposition wachsenden Theile keine Gefässe besitzen.

a. Von dem Wachsthum der organisirten Theile durch Intussusceptio.

Die Erzeugung von Gefässen scheint fast überall zu den ersten Acten der organisirenden Kraft zu gehören. So entstehen sie in dem bei der Entzündung und nach der Conception im Uterus ausgeschwitzten Faserstoff, durch Wechselwirkung der ausgeschwitzten Materie mit der exsudirenden organisirten Oberfläche. Von allen organischen Materien ist es der im Blute aufgelöste Faserstoff, der diess Princip des Lebens in sich enthält, dass er selbst im ausgeschwitzten Zustande noch organisirt wird, sobald er mit organisirten Theilen in Berührung ist. Die erste Entstehung und Vervielfältigung der Gefässe lässt sich in der Keimhaut des Eies beobachten. Die Keimscheibe vergrössert sich zur Keimhaut; diese zeigt bald eine obere dünnere Schichte (seröses Blatt) und eine untere dickere Schichte (Schleimblatt). Um die in der Mitte der Keimhaut sich zeigende Spur des Embryo erscheint ein durchsichtiger Hof, *Area pellucida*, während der äussere Theil der Keimhaut undurchsichtig bleibt, und dieser undurchsichtige Theil der Keimhaut wird bald wieder durch eine Abgrenzung in ein äusseres und inneres ringförmiges Feld abgetheilt, beim Vogel in der 16. — 20. Stunde. Diese Abgrenzung schliesst zunächst den einen Theil des undurchsichtigen Stückes der Keimhaut ein, welches den innersten oder durchsichtigen Hof der Keimhaut umgiebt, und *Area vasculosa* genannt wird, weil sich innerhalb dieses Hofes das Blut und die Gefässe bilden. So weit die Area vasculosa reicht, zeigt sich zwischen den Blättern der Keimhaut eine körnige Lage, welche sich bald in körnige dichte Inseln und rinnenförmige Zwischenräume zertheilt, in denen sich zuerst eine gelbliche, hernach rothe Flüssigkeit, das Blut, sammelt. Zuerst sieht man das Blut in der Peripherie der Area vasculosa. Allmählig theilt sich die körnige Lage zwischen beiden Blättern überall in solche Substanzinseln und Rinnen. Das Herz

selbst entsteht, wie die grossen Gefässstämme, auch zwischen beiden Blättern. C. F. Wolff (*Theorie der Generation. Berl.* 1764.) hat nun auf eine bewundernswürdige Weise gezeigt, wie an den Rinnen erst die Gefässwände allmählig entstehen, indem die Substanzinseln zuerst in der Mitte durchsichtiger werden, und allmählig sich der dichtere und undurchsichtigere Theil der Substanzinseln gegen die Strömchen hin verschmälert, in gleichem Grade, als die Durchsichtigkeit der Substanzinseln von der Mitte sich ausdehnt. Bei ganz jungen Thieren, z. B. jungen Fischchen, lässt sich, wie Döllinger (*Denkschriften der Academie zu München.* 7.) that, das Entstehen neuer Strömchen während des Wachsthums des Schwanzes beobachten. Bei ganz jungen Fischchen kehrt anfangs das arterielle Strömchen am Schwanzende ohne Weiteres in einem venösen Strömchen um, mit dem Wachsthum des Fischschwänzchens vermehren sich die Gefässschlingen. Am einfachsten wäre nun, sich vorzustellen, dass die organische Substanz um die Strömchen her die flüssigen Theile des Blutes, aufgelöstes Eiweiss und Faserstoff anziehen, und indem sie sich damit tränken, sich wie beim ersten Entstehen der Gefässe in der Keimhaut in Rinnen und feste Zwischenstellen theile. So lässt sich auch die Entstehung der neuen Gefässe in dem ausgeschwitzten Faserstoffe bei den Entzündungen am leichtesten denken, indem nämlich der exsudirte Liquor sanguinis sich allmählig verdichtet, aber auch durch die permeabeln Capillargefässwändchen hindurch wieder Liquor sanguinis anzieht, der sich in den entstehenden Rinnen der Substanzinseln vertheilt, worauf später auch Blutkörperchen in die erweiterten neuen Gefässchen aufgenommen werden. Denn dass sich die Gefässenden in die neue Materie verlängern sollen, ist eine ungereimte Vorstellung, zumal da es keine Gefässenden, sondern nur Capillargefässübergänge zwischen arteriösen und venösen Strömchen giebt.

Eine genaue Zusammenstellung aller Beobachtungen hat All. Thomson, Froriep's *Not. N.* 783. gegeben.

Mit dieser Vorstellung von der Entstehung der neuen Gefässe sind aber die Beobachtungen von Döllinger nicht übereinstimmend. Döllinger hat eine doppelte Entstehung neuer Strömchen beschrieben. 1) Die arteriellen Strömchen bahnen sich neue Seitenwege in die wachsende Substanz. Es ist jedoch unwahrscheinlich, dass die Blutkörperchen sich solche neue Wege zuerst bahnen und zufälligerweise ein venöses Strömchen wieder antreffen. Die Einmündung der neuen Strömchen in ein venöses Strömchen wäre neuerdings zu erklären, worin ja überhaupt die ganze Schwierigkeit liegt. So lange nicht durch Tränkung der Substanz mit Liquor sanguinis und Theilung der Partikeln zwischen arteriösen und venösen Strömchen neue Rinnen entstehen, ist die Einmündung der neuen Strömchen in venöse Strömchen sehr schwierig einzusehen. 2) Eine zweite Art der Entstehung neuer Strömchen hat Döllinger folgendermassen dargestellt: In der Nähe des fliessenden Blutstroms geräth ein Streifen des unbeweglichen Thierstoffes in Bewegung; es bildet sich gleichsam ein bewegliches Säulchen aus dem, was Döllinger Schleimkörner

nennt, ein Säulchen, das mit einem Ende fast an den Blutstrom unter einem rechten Winkel anstösst, mit dem andern von ihm abgekehrt ist. Dieser Streifen schiebt sich nun hin und wieder dem Blutstrome zu, vom Blutstrom ab, alles pulsirend; die Körnchen, aus welchen der oscillirende Streifen besteht, legen sich in Ordnung an einander, und nehmen allmählig eine bestimmtere, weniger verflossene Gestalt an, indem sie deutlich oval werden; endlich theilt sich die oscillirende Masse in 2 Strömchen, deren eines in arteriöser das andere in venöser Richtung läuft. Ich gestehe gern, dass ich diese Erscheinung nicht leicht für den gewöhnlichen Vorgang bei der Entstehung neuer Strömchen halten möchte. Entweder geht die Oscillation von dem arteriellen Strömchen aus oder nicht. Geht sie nicht davon aus, so ist die Verbindung dieser Oscillation eben so schwer einzusehen, als die Verbindung von 2 Strömchen selbst, warum es sich überhaupt handelt. Geht die Oscillation von dem arteriellen Strömchen aus, und kehrt das Strömchen, wie in Döllinger's Beobachtung, gegen den Ausgang zurück, so hat man einen schlingenförmigen Anhang einer Arterie, nicht aber eine neue Schlinge zwischen Arterie und Vene. Ersteres ist aber nur in dem Falle möglich, den Döllinger auch hervorgehoben hat, nämlich am Ende der Hauptarterie, wo diese im Schwanze der jungen Fischchen gerade zur Hauptvene umkehrt. Dieser Fall wäre auch an der Spitze der Kiemenblättchen denkbar, wo arterielle Strömchen in venöse umkehren. Meyen (*Isis* 1828. *Tab. VI. fig.* 3.) hat indess wirklich an der Kieme der jungen Salamanderlarve die Beobachtung gemacht, dass das arterielle Strömchen ein Aestchen an der Seitensprosse eines Kiemenblättchens ausschickte, und die Blutkörperchen daraus auch wieder aufnahm. Späterhin ist es freilich anders, indem die Arterie eines Kiemenblättchens von der Arterie des Kiemenstämmchens ausgeht, die Vene des Kiemenblättchens nicht zu der Arterie, sondern zur Vene des Kiemenstämmchens zurückkehrt. Auch sonst bei den Thieren sind die Schlingen der kleinsten Gefässe nicht zugleich Anhänge von einerlei Gefässart, z. B. der Arterien, sondern nur zwischen Arterien und Venen. Weitere Beobachtungen müssen noch über die Erzeugung neuer Capillargefässströmchen an Salamanderkiemen und anderen Theilen angestellt werden, um ins Klare zu kommen, ob nicht die oben von mir aufgestellte Ansicht, für welche vor der Hand noch keine hinreichenden Beobachtungen vorhanden sind, in vielen Fällen der Natur entspricht.

Beobachtungen über das Wachsthum verschiedener Theile sind noch wenig vorhanden. Wahrscheinlich findet es überall in der Weise statt, dass sich sowohl die Elementartheilchen der Gewebe zwischen den Strömchen bald an Zahl, z. B. Fasern der Muskeln und Nerven, vermehren, bald an Grösse zunehmen, indem die Partikeln zwischen den Strömchen mehr Stoff apponiren, als auch, indem die Zahl der Capillargefässe in gleichem Verhältnisse mit den wachsenden Partikeln zunimmt.

Die Capillargefässe haben an der Ernährung nur in so weit Antheil, als sie den Stoff zur Bildung des Elements der Gewebe

hergeben. Bedenkt man wie klein die Elemente der Gewebe, die Muskelfasern, Zellgewebefasern u. s. w. gegen die Capillargefässe sind, und dass bei den Insecten das Gefässsystem sehr einfach ist und aus wenig verästelten Strömen besteht, so wird man von der einseitigen und mechanischen Vorstellung befreit, dass die Capillargefässe wesentlich ausser der Zufuhr der Substanz bei der Ernährung und Bildung der Elemente der Gewebe eine Hauptrolle spielen sollen. Man bedenke nur, dass das Mikroskop an dem Flügelstaub der Insekten noch Configurationen nachweist, welche nur durch die stärksten Vergrösserungen sichtbar gemacht werden können, und dass hinwieder die Saftbewegung bei diesen Thieren so einfach ist. Die Bildungen der Elementartheile der Gewebe gehen in dem durch die Gefässwände durchgehenden, und die Gewebe tränkenden von ihnen angezogenen Liquor sanguinis vor sich und die angeführten Thatsachen beweisen, dass diese Organisation weit von dem Einfluss der Gefässe entfernt in dem bildsamen Stoffe vor sich gehen kann. Der Liquor sanguinis selbst strebt zur Organisation. In der Entzündung und im Uterus nach der Conception ergossen, ist er anfangs homogen, aber später untersucht zeigt das ältere Exsudat schon deutliche Spuren von Faserbildung. Bei der Ernährung erhält diess Streben eine bestimmte Richtung durch die schon vorhandenen Elementartheile der Gewebe, und durch die noch vorhandene organisirende Kraft, welche im Keim alle nur potentia vorhandenen Elemente des Ganzen actu zur Erscheinung brachte, und im Erwachsenen auf die Produkte fixirt, ihre Thätigkeit fortsetzt.

Was man vom Wachsthum einzelner Theile kennt, ist Folgendes: man weiss, dass die Knochen vorzugsweise auf der Oberfläche und am Ende der Diaphysen wachsen, indem hier neue Knorpelschichten entstehen, die organisirt sind und ossificiren. Diess sieht man, weil die Knochen nach aussen hin sich vergrössern, während das Innere der Knochen, was früher Knochen gewesen, wieder resorbirt und Knochenhöhle wird. Die hieher gehörenden Thatsachen findet man in E. H. Weber's classischem Werke über die Anatomie des Menschen im ersten Theile desselben und im *Dictionnaire des sciences médicales*, *art. osteogenie. T.* 38. *p.* 445. zusammengestellt. Nach Duhamel umschliesst ein um einen Röhrenknochen eines jungen Thieres gelegter Ring nach einiger Zeit nicht mehr den Knochen, sondern das Knochenmark. Die Knochen verändern sich bis in das höchste Alter, wie denn z. B. im hohen Alter die Hirnschale dünner wird, indem die schwammige Diploe zum Theil verschwindet. Die Färberröthe, Rubia tinctorum, welche eine chemische Verwandtschaft zur phosphorsauren Kalkerde hat, und bei der Fütterung von allen Theilen vorzugsweise nur die Knochen und die Zähne roth färbt, färbt bei den Knochen das ganze Gewebe roth. Bei den jungen Tauben hat diese durchgängige rothe Färbung der Knochen nach Morand und Gibson schon in 1 Tage statt, während die Knochen erwachsener Tauben erst nach 14 Tage langer Fütterung rosenroth werden. Indessen scheinen doch die Oberfläche und die Enden der Knochen vorzugsweise zu wach-

sen, wie die von Weber citirten Beobachtungen beweisen. Duhamel fand, als er die Thiere abwechselnd mit Färberröthe fütterte, und wieder nicht fütterte, abwechselnde Schichten weisser und rother Substanz, was sich aber selten bei jungen Thieren zeigt. Zur Zeit der Fütterung mit Färberröthe wurde die äusserste Schichte roth gefunden. Hiernach räumte Duhamel zwar die Intussusception der Knochen ein, behauptete aber doch mit Grew, dass die Knochensubstanz vorzugsweise an der Oberfläche schichtweise sich bilde, wie die Lagen des Holzes an den Bäumen. Diess Alles ist nichts weniger als gewiss; denn in Morand's Versuchen wurden die Knochen erwachsener Tauben durchweg roth, und Duhamel sah selbst, dass die Knochen eines Hahns in 16, die einer Taube in 3 Tagen in ihrer Dicke roth wurden. Gibson, Meck. *Archiv* 4. 482. *). Die Röhrenknochen wachsen vorzugsweise auch an der Grenze zwischen den schon verknöcherten Stücken der Knochen und dem noch knorpelig gebliebenen Theile, welcher das Mittelstück von den Epiphysen in der Kindheit trennt. Diess scheint der Versuch von J. Hunter zu zeigen, nach welchem Löcher in die beiden Enden des Mittelstücks eines Röhrenknochens beim jungen Schweine gebohrt, nach einigen Monaten sich nicht von einander entfernt hatten, so dass die über den Löchern befindlichen Strecken des Knochens vorzugsweise gewachsen seyn mussten. Das Wachsthum der Röhrenknochen dauert daher auch nur so lange in die Länge fort, als die Epiphysen und das Mittelstück noch durch eine Lage Knorpel getrennt werden. Siehe Meckel, *Handb. d. menschl. Anat.* 1. 378. E. H. Weber *Anat.* 1. 339., wo man auch die Nachweisungen über die Litteratur findet.

Die Knochen sind anfangs beim Fötus knórpelig, und enthalten zu allererst keine Zellen und Markhöhlen. Die Zellen der Knochen fehlen lange, sie entstehen zum Theil schon, ehe die Knorpelsubstanz des Knochens durch Vergrösserung des Gehaltes an phosphorsaurer Kalkerde verknöchert. Die Verknöcherung findet von einzelnen Knochenkernen aus statt, von welchen aus die Knochenlamellen und Fasern (an den platten Schädelknochen radiatim) ausgehen. Der Anfang der Verknöcherung geschieht schon im 2. Monat der Schwangerschaft. Steissbein, Kniescheibe, die meisten Hand- und Fusswurzelknochen verknöchern erst nach der Geburt. Dass die Natur des Leims bei der Verknöcherung umgeändert wird, ist schon oben erwähnt; der Knochenknorpel besteht vor der Ossification aus dem eigenthümlichen Leim der permanenten Knorpel, Chondrin; nach der Ossification findet sich dieser nicht mehr vor, der Knochenleim ist übereinstimmend mit dem Leim der Sehnen des Zellgewebes und der äussern Haut. So verhält sich dieser Leim sowohl, wenn er durch Kochen ge-

*) Aber überhaupt lässt sich aus diesen Versuchen mit Färberröthe wenig schliessen; denn die Färbung der Knochen von Färberröthe lehrt nichts über die Ernährung der Knochen, sondern ist eine blosse Folge davon, dass die Knochen von Blutgefässen durchzogen sind, von welchen aus die Färberröthe sich mit den Kalksalzen der Knochen verbindet.

raspelter Knochen, als wenn er durch Kochen von Knochenknorpel nach Extraction der Kalksalze erhalten wird. Die Entwicklungsgeschichte der Knochen wird übrigens im 8. Buche dieses Werkes abgehandelt.

Es ist eine ganz irrige Vorstellung, wenn man glaubt, ein organisirter Theil könne das Ernährungsorgan eines andern organisirten Theiles seyn, z. B. die Knochensubstanz werde von der Beinhaut gebildet, der Knochen von der Beinhaut ernährt. Die Knochensubstanz muss, weil sie selbst organisirt ist, auch selbst assimiliren. Nur unorganisirte Theile, welche keine Gefässe enthalten, wie die Haare, Nägel, Zähne, Crystalllinse, werden von einer organisirten Matrix erzeugt, und durch Apposition neuen Stoffes erhalten. Dass die Knochensubstanz durch die Beinhaut gebildet werde, diese Vorstellung halte ich für eine des jetzigen Zustandes der Physiologie unwürdige Barbarei. Die Knochen erhalten von der Beinhaut und von der Markhaut aus Gefässe, sie sterben daher ab, wenn Beinhaut oder Markhaut in einer Strecke zerstört sind; die äusseren Schichten sterben ab bei der Zerstörung der Beinhaut, die inneren bei der Zerstörung der Markhaut der Knochen. Allein daraus folgt nicht, dass diese Häute die phosphorsaure Kalkerde im Knochen absetzen. Die Beinhaut ist das Vehikel der Gefässe, welche in den Knochen eindringen, darum stirbt er ab, wenn seine Gefässe an dieser Stelle zerrissen sind.

Ueber das Wachsthum der Primitivfasern der Muskeln und der Nerven ist man völlig im Dunkeln. Man weiss nicht, ob die Zahl der Muskel- und Nervenfasern von der ersten Erzeugung an constant bleibt, und sich nur ihre Länge und Stärke vergrössert, oder ob ihre Zahl bei dem Wachsthume und bei der Uebung zunimmt. Genaue mikrometrische Messungen über den Durchmesser der Muskel- und Nervenfasern in verschiedenen Altern, über den Durchmesser der Nervenfasern in der Atrophie der Nerven, z. B. in der Cauda equina bei der Tabes dorsualis, müssen angestellt werden. Durch die interessante Schrift von Valentin, *historiae evolutionis syst. muscularis prolusio. Vratisl.* 1832, ist der Anfang in diesem Theile der Untersuchungen gemacht. Nach ihm bestehen die Muskeln anfangs bei dem ganz jungen Embryo aus deutlichen Kügelchen, welche hernach verschwinden, so dass an die Stelle eines perlschnurähnlichen Fadens ein gleichförmig walzenförmiger tritt. Die Fasern sind nach ihm bei jungen Embryonen der Säugethiere und Vögel immer dicker als bei älteren. Die ersten perlschnurartigen Fasern sollen 3 und mehrere Mal dicker als die Muskelfasern älterer Embryonen seyn, so dass also aus den ersten Fäden hernach mehrere dünnere sich zu bilden scheinen. Da die Primitivfasern der Nerven und Muskeln so klein sind, dass sie selbst keine Capillargefässe besitzen, und da diese nur in ihren Zwischenräumen verlaufen (vergl. pag. 211.), so muss das Wachsthum durch Anziehung der aufgelösten Theile des Blutes geschehen.

Ueber die Entstehung und das Wachsthum der Drüsenkanälchen beim Fötus habe ich einige nähere Aufschlüsse gegeben,

obwohl die Beobachtungen über die Entstehung der Leber, des Pankreas, der Speicheldrüsen, der Nieren nicht ein ganz gleiches Verhalten zeigen. Rolando, Baer und ich haben gezeigt, dass die Leber als ein kleiner Auswuchs der Darmwände entsteht, der zuerst im Innern hohl ist. Indem die Substanz in der Dicke der Wände dieses Auswuchses sich vergrössert, entstehen darin Träubchen von Kanälen, von welchen es ungewiss ist, ob sie gleich anfangs hohl sind; die Höhle in der Basis des Auswuchses wird aber verzweigt. Die Nieren des Vogelembryo bilden nach meinen Beobachtungen anfangs einen gallertartigen Keimstoff, Blastema, welcher auf der Oberfläche ein gewundenes Ansehen hat. Der Saum dieser Windungen enthält hernach die (anfangs) blasigen Enden der parallel aus der Tiefe heraufsteigenden Harnkanälchen, welche durch den Keimstoff verbunden sind. Erst allmählig bilden sich die blasigen Enden der Harnkanälchen (auf Kosten des Blastema) aus, und werden gefiedert; am vollständigsten habe ich die Ausbildung der Speichelkanälchen in der Parotis und die Entwicklung der Thränendrüse bei Säugethieren beobachtet. Nach E. H. Weber's und meinen Beobachtungen ist die erste Spur der Speichelkanälchen der Parotis der in einer gallertartigen Materie liegende Ausführungsgang, der mehrere blinde Zweigelchen ausschickt. Nach meinen Beobachtungen zeigt sich hier in der Folge ein sehr merkwürdiges Verhältniss zwischen dem Keimstoff der Drüse, Blastema und den Kanälchen. Bei einem Schaafembryo von 4 Zoll Länge ist das Blastema nicht mehr gallertartig, sondern eine grauliche gelappte Materie, innerhalb welcher die Speichelkanälchen ganz weiss verlaufen, und Sprossen mit blinden Enden ausschicken. Das Blastema umgiebt diese ganze Verzweigung, so dass die Zweigelchen nicht bis an den Rand der Läppchen des Blastema fortschreiten. *De glandularum structura penitiori tab.* 6. *fig.* 11. Bei älteren Embryonen, wie z. B. bei einem Schaaffötus (*fig.* 11.), war das Blastema schon viel mehr aufgezehrt, und umgab die viel mehr ausgebildeten Sprossen der Speichelkanälchen und ihre Enden nur sehr sparsam, gleichsam als wenn es zuletzt in den Bindestoff oder das Interstitial-Zellgewebe zwischen den Kanälchen einer Drüse verwandelt würde. Bei der Thränendrüse *tab.* 5. *fig.* 8. haben sich mir diese Beobachtungen über das Verhältniss des Blastema zu den Drüsenkanälchen bestätigt.

Die Frage, bis auf welche Theile sich das Wachsthum durch Intussusceptio von den kleinsten Partikeln aus ausdehnt, ist identisch mit der Frage, welche Theile organisirt sind oder Blutgefässe enthalten. In den Sehnen, Bändern, Knorpeln sind Blutgefässe, wenn auch sehr sparsam, enthalten. Im Museum von Fremery zu Utrecht sah ich eine sehr schöne Injection der Rippenknorpel, der Knorpel des Kehlkopfs, der Luftröhre von einem, wenn ich mich recht erinnere, jungen Fuchs. Von den Gefässen der Cornea, des Glaskörpers, der serösen Häute ist pag. 215. gehandelt worden. Zweifelhaft sind die Gefässe noch von der innern Haut der Blutgefässe

b. Von dem Wachsthume der gefässlosen Theile durch schichtweise Apposition.

Die gefässlosen Theile werden durch eine organisirte Matrix erzeugt, und vergrössern sich durch fortgesetzte Apposition von einer Seite. Ihre Matrix ist bald eine ebene Oberfläche, bald vorspringend, bald sackförmig geschlossen. Es gehören hieher 1) das Horngewebe, 2) das Zahngewebe, 3) das Gewebe der Krystalllinse. Alle diese Gewebe sind, wenn sie gleich nicht ernährt werden und ihre erste Bildung von einem gefässreichen Keim ausgeht, doch deswegen nicht structurlos, man sieht vielmehr an der bestimmten Structur dieser Gewebe wieder, was wir schon über die Ernährung der gefässhaltigen Gewebe äusserten, bestätigt, dass nämlich die Gefässe nur zur Ausscheidung der Materie bestimmt sind, und dass die Organisation der Gewebetheilchen nach dem Gesetz der Gestaltung für jedes Gewebe unabhängig von den Gefässen in der ausgeschiedenen Materie entsteht. Zwischen den Capillargefässnetzen liegen erst die sehr viel feineren Muskelfasern, Zellgewebefasern. Die Formation der gefässlosen Gewebe wiederholt diese Genesis, aber die neu formirten Theilchen vergrössern die alten immer nur von einer Seite aus, während bei den gefässhaltigen Geweben die Formation zwischen den Netzen der Capillargefässe in dem Anfangs formlosen Keimstoff, Blastema, geschieht.

Die so durch Apposition entstehenden Theile haben entweder eine bestimmte organische Structur, oder haben keine. Im erstern Fall befinden sich die durch Apposition wachsenden Gewebe der höheren Thiere und auch die Schale der Crustaceen. Im zweiten Fall befindet sich die Schale der Mollusken, welche grösstentheils aus unorganischer Materie, Kalksalzen besteht und in welcher ausser der Crystallisation der unorganischen Theilchen, und ausser der Schichtbildung keine weitere Structur vorkömmt.

Die Form der Schale der Mollusken hängt ganz von der Form ihres Körpers und der Oberfläche ab, welche die kohlensaure Kalkerde, vermischt mit einer thierischen Materie absondert. Die kleinen äussersten Lamellen der Schalen der Muscheln sind zuletzt gebildet. Bournon hat gefunden, dass die kohlensaure Kalkerde in diesen Schichten ein mikroskopisch erkennbares krystallinisches Gefüge hat, und bei der Auster ist es sehr deutlich.

I. Vom Horngewebe. Zum Horngewebe gehören die Epidermis der Haut, und das Epithelium der Schleimhäute, die Haare, die Stacheln, die Nägel, Klauen, Hufe, die Hörner, die Federn.

a. Epidermis, Epithelium.

Das Epithelium der Schleimhäute ist im Munde am deutlichsten, undeutlicher in der Speiseröhre, deutlich im Muskelmagen der körnerfressenden Vögel, wo es zu Hornplatten anschwillt, deutlich auch in der obern Hälfte des Magens der Pferde; im Darmkanal scheint es ganz überaus zart zu werden, und ist nur in dem zerreiblichen, unorganisirten Ueberzuge der Darmzotten

zu erkennen, den ich pag. 265. beschrieben habe; es steht hier dem Schleime sehr nahe. Auf der schleimabsondernden äussern Haut der nackten Amphibien ist auch ein Epithelium vorhanden. Wagler erwähnt das Häuten derselben; und ich habe wenigstens die Oberhauthülle einer Wassersalamanderlarve gesehen, die dieser abgeworfen hatte. Wie die Schleimhäute Epithelium und zugleich Schleim absondern, ist schwer sich vorzustellen, wenn man nicht annimmt, dass die Schleimabsonderung von den in den Schleimhäuten zerstreuten Folliculi, die Bildung des Epithelium von den Zwischenstellen geschehe. An der Conjunction, wo das Epithelium nicht fehlt, ist der Schleim durch die Thränen ersetzt und nach Valentin fehlen die Follikeln, die Andere bemerkt haben wollten.

Die Oberhaut, Epidermis, besteht aus Schichten von Blättern, die man wenigstens deutlich an der Oberhaut der Hohlhand und Fusssohle, besonders durch Kochen, nachweisen kann. Die innerste Lage der Epidermis ist noch weich, und wird gewöhnlich Malpighisches Netz genannt. Die Oberhaut des Negers ist schwärzlich, noch mehr aber die innerste Schichte derselben, oder das Rete Malpighii. Die organisirte Matrix der Epidermis ist selbst bei dem Neger weiss. E. H. Weber *Anat.* 1. 187. Vergl. Seiler, Pierer's *med. Realworterbuch. Integumente.* An der abgezogenen Oberhaut haben die Meisten keine Poren bemerkt, die man aber auch, wenn sie vorhanden sind, so wenig wie Einstiche in Gummi elasticum bemerken könnte. Nach Eichhorn und Lauth setzt sie sich in die Haarbälge fort, bis zur Stelle, wo das Haar gebildet wird, und beim Abziehen der Epidermis werden solche Scheiden oft sichtbar. Nach Eichhorn soll man an abgezogener Epidermis bei schiefer Richtung die Löcher, durch welche die Haare gehen, allerdings sehen können. Ueber die sogenannten Schweissporen S. den Art. äussere Haut, im 3. Abschn. dieses Buchs.

Die feinere Structur der Epidermis und des Epitheliums ist durch die Beobachtungen von Leeuwenhoek, Raspail, Purkinje, Valentin und Henle aufgeklärt worden. Die Epidermis besteht aus pflasterförmigen mikroskopischen platten Stückchen, wovon jedes einen Kern enthält. Das Rete Malpighii enthält die Pigmenta, wenn solche vorhanden sind, als eingestreute, gefärbte, bläschenartige Körperchen. Seine innere Fläche ist mit vielen den Papillen der Haut entsprechenden Vertiefungen versehen, wodurch die Zwischenstellen netzförmig werden, daher der Name. Das Epithelium der Schleimhäute ist auch pflasterförmig, und jedes Stückchen enthält einen Kern; diese Stückchen stossen sich beständig ab, daher man gewöhnlich welche im Speichel und Schleim des Mundes mit dem Mikroskop auffindet. Die Epitheliumstückchen sind entweder dünn, plättchenartig, wie im Munde, an der Conjunctiva, hier liegen sie mehrfach auf einander. Im Darmkanal sind sie dagegen höher und stellen basaltartig nebeneinanderstehende Cylinder dar, wovon jeder einen Kern enthält, wie Henle gezeigt hat. Selbst die Zotten sind noch von diesen Körpern bedeckt. Von dem Durchscheinen der Kerne der Cylinder ist die falsche Ansicht von Oeffnungen entsanden.

Die Oberhaut und das Epithelium werden also schichtweise von ihrer Matrix, abgesondert. Wird die Oberhaut bei der Hautentzündung, wie sie durch das Legen eines Blasenpflasters oder bei der Verbrennung entsteht, durch das unter ihr abgesonderte Serum aufgehoben, so erzeugt sie sich wieder; eben so geht sie bei der Hautentzündung durch Exantheme in Lappen verloren, und erzeugt sich wieder. Beim Menschen und bei den Säugethieren wird sie von Zeit zu Zeit in kleinen Läppchen abgestossen, bei den Amphibien zusammenhängend bei dem Häuten, eben so bei den Insekten vor ihrer Verwandlung, und bei den Spinnen. Bei den Schlangen, welche eine von der Cutis gebildete Capsel über das Auge besitzen, hinter welcher sich das Auge frei bewegt, und welche an der innern Seite von der Conjunctiva überzogen ist, sondert diese Capsel äusserlich auch Epidermis ab, die beim Häuten mit abgeworfen wird. Bei den Schildkröten und Crocodilen wird die Epidermis an mehreren Stellen in stärkern, aus Lamellen bestehenden Hornplatten abgesondert. Unter den Schildern der Crocodile liegen auf dem Rücken Knochenkerne, Hautknochen. Diese sind aber organisirt, auch die Schuppen der Eidechsen, die oft ganz hart sind, sind keine blossen Hornplatten, sondern enthalten, wie z. B. bei den Leguanen, Blindschleichen, härtere organisirte Schuppenkörper, welche die Hornsubstanz bloss in dünnen Lamellen als Epidermis absondern.

Bei den Hautschwielen des Menschen wird die Oberhaut zu dicken Schichten gebildet; bei der Ichthyosis werden die pflasterartigen Stückchen der Epidermis zu langen Cylindern und palisadenartigen Hornfasern.

Vom Wasser quillt die Oberhaut selbst am lebenden Körper auf, durch Kochen wird sie nicht weiter verändert. Von concentrirter Schwefelsäure wird sie allmählig, von Alkalien leicht aufgelöst; von salpetersaurem Silber wird sie grau, zuletzt schwärzlich, auch beim langen innern Gebrauche des salpetersauren Silbers, wobei das Silber sich mit dem Schwefel der thierischen Theile zu Schwefelsilber verbindet. Mit Gerbestoff, welcher sich mit dem Corium beim Gerben verbindet, verbindet sich die Epidermis nicht. Die Epidermis bildet sich nach Meckel bei dem Embryo schon im 2. Monat.

b. Nägel, Klauen, Hufe.

Die Art, wie der Nagel erzeugt wird, ist noch immer nicht so klar aufgehellt, wie es gewünscht werden kann. Die Nägel stecken bekanntlich mit ihrem hintern Theile oder mit der Nagelwurzel in einer Vertiefung des Coriums. Diese Vertiefung ist mit Papillen besetzt, auch der Theil des Coriums, worauf der Nagel aufliegt, ist mit in Längsreihen gestellten Papillen besetzt. So weit der Nagel hinten weiss ist, ist das Corium weisslich, so weit er röthlich ist, ist es röthlich, so dass diese Farbe bloss durchscheint. Nach M. Weber (*Zergliederungskunst* 1.) und Lauth (*mémoire sur divers points d'anatomie*) läuft die Epidermis unter dem Nagel bis zum hintern Ende des Nagels weg, und schliesst sich auch oben an das hintere Ende des Nagels an. Nach Lauth wird die Nagelsubstanz schichtweise theils von dem Corium, wor-

auf der Nagel liegt, theils noch mehr hinten von dem Boden der Furche abgesondert, so dass er theils in der Dicke wächst, theils durch Apposition von hinten vorgeschoben wird. Man begreift indess hier nicht das Fortlaufen der Epidermis unter dem Nagel, welche Epidermislamelle Lauth für die tiefe Schichte des Nagels nimmt. Weitere Untersuchungen müssen lehren, ob nicht die untere Seite des Nagels mit der unter ihm frisch abgesonderten Epidermislamelle bloss conglutinirt ist. Krankhaft gebildete gekrümmte Nägel bestehen deutlich aus dachziegelförmig aufeinander und hintereinander liegenden Schichten, so dass die Schichten schief von oben und hinten nach unten und vorn gerichtet sind. Bei den Hufen wird die Hornsubstanz nicht von einer Furche, sondern von einem bestimmten Theile der Oberfläche des Fingergliedes abgeschieden. Ueber den Bau der Hufe und Klauen siehe Heusinger *Syst. d. Histologie. I.* Gurlt in Muell. *Arch.* 1836. 263. Die Nägel entstehen nach J. Fr. Meckel erst im 5. Monate des Fötuslebens.

c. Haare.

Die Bildungsstätte der Haare ist der Haarbalg, ein längliches Säckchen, auf dessen Boden das Haar, durch den noch weichen Theil, die Haarzwiebel, befestigt ist. Mehrere Beobachter, wie Heusinger (*Syst. d. Histolog. Eisenach.* 2. 1823.), Eble (*die Lehre von den Haaren. Wien* 1831.) und Gurlt (a. a. O.) beschreiben 2 Substanzen der Haare, eine feste gleichartige Rindensubstanz, und eine innere, mehr zellige Substanz. Heusinger stützte sich hierbei vorzüglich auf den zelligen Bau der Marksubstanz der Rehhaare. In den von den Haaren verschiedenen Stacheln der Igel und Stachelschweine bemerkt man ganz deutlich beide Substanzen. Die innere, lockere ist auf dem Querdurchschnitte strahlig. Die Borstenhaare des Schweins bestehen nach Eble und Gurlt aus einer zelligen Marksubstanz und aus einer Rinde, die aus mehreren Fasern besteht, welche sich leicht zersplittern. Nach E. H. Weber's Untersuchungen der Menschenhaare bestehen diese aus einer ganz gleichartigen Substanz, ohne Unterschied von Mark und Rinde. Nach Weber sind die Menschenhaare meist platt, auf dem Durchschnitte nach einer Seite oft etwas ausgehöhlt, nierenförmig; so finde ich wenigstens auch die Form meiner Kopfhaare. Die Haare der Fledermäuse sind knotig, die der grauen Thiere, wie Mäuse, schwarz und weiss gefleckt. In Hinsicht der vielen Mannigfaltigkeiten in dem Baue der Haare, verweise ich auf Heusinger's, Eble's und Gurlt's vorzügliche Schriften und deren Kupfer. Am meisten kennt man den Ursprung der Tasthaare. Der Haarschaft fängt auf dem Boden des Haarbalges mit einer Anschwellung an, die Wurzel oder Zwiebel des Haares; sie ist weicher als das Haar, und zeichnet sich durch die stets gleichbleibende weisse Farbe vor den übrigen Theilen des Haares aus; sie ist hohl, und enthält in sich den eigentlichen Haarkeim, Pulpa pili, eine wahrscheinlich gefässreiche Verlängerung des Bodens des Haarbalges. Ausserdem wird das Tasthaar in dem Haarbalge noch von einer röthlichen weichen gallertartigen Scheide umgeben, welche mit der innern Wand des Haar-

balges organisch zusammenhängt. Eble hat bei der Katze durch feine Injection erwiesen, dass die Scheide des Tasthaars in dem Haarbalge gefässreich ist, und die Injectionsmasse färbte selbst den Haarkeim roth, ohne dass sich deutliche Gefässe nachweisen liessen. A. a. O. fig. 121. 122. Vergl. Gurlt a. a. O. Im Haarbalg des Menschen ist es Eble nicht gelungen, die weiche Scheide nachzuweisen. Die Haarzwiebel besteht hier aus dem weichern Theile des Haars und dem darin eintretenden Keime. Die Zwiebel ist keulenförmig und dicker als die Fortsetzung des Haars. Die pulpöse Substanz oder der Haarkeim verliert sich nach oben in die Marksubstanz des Haars. Fasst man Alles zusammen, so scheint sich die Haarsubstanz durch Absonderung von Hornmasse auf der Oberfläche des conischen organisirten Haarkeims zu bilden. Das Wachsthum der Haare geschieht übrigens durch immer weitere Apposition von Bildungstheilchen am Insertionspunkte des Haares. An keiner andern Stelle wächst das Haar; die äussersten Theile des Haares sind daher die zuerst gebildeten. Uebrigens hat auch der Keim des Haares seine Entwicklungszustände, und von diesen hängt natürlich die verschiedene Form des Haares an verschiedenen Theilen seiner Länge, und die bei Thieren oft vorkommende Farbenverschiedenheit an verschiedenen Theilen seiner Länge ab. So ist auch der Anfang der Stacheln spitz, der mittlere Theil ist der breiteste, und das Insertionsende ist wieder dünner. Da diese Theile successiv hintereinander gebildet werden, so kann die verschiedene Dicke der ebengebildeten Theilchen nur von verschiedenen Entwicklungszuständen der Matrix abhängen. Dass etwas Aehnliches bei den Haaren stattfindet, zeigt das nicht seltene Vorkommen von Haaren, deren Insertionsende dünner ist. Diese Entwicklungszustände des Keims sind am deutlichsten und merkwürdigsten bei der Entstehung der Federn.

Eble bestreitet die Behauptung von Lauth, dass die Epidermis sich im Haarbalge bis zur Insertion des Haares fortsetze, was dieser sehr bestimmt an den Tasthaaren des Fuchses und der Fischotter gesehen haben will. Nach Lauth geht die Epidermis im Innern des Haarbalges continuo in die Basis des Haares über, so dass das Haar statt Epidermis durch die starke Absonderung des conischen Haarkeims entstehe, auf welchem die Basis des Haares aufsitze. Siehe Lauth, *Mémoire sur divers points d'anatomie fig.* 9.

Die Talgdrüsen der Haut münden in der Regel in die Haarbälge; sie liegen in der obersten Schichte der Cutis und sind traubenförmig, wie Gurlt (Muell. *Arch.* 1835. 399.) gezeigt hat. Sie bestehen aus kleinen Bläschen, deren Ausführungsgänge zu einem oder mehreren Gängen vereinigt in den Haarbalg ausmünden. An Stellen, wo keine Haare sind, mündet ein gemeinschaftlicher Ausführungsgang unmittelbar nach aussen. Die Haare des Weichselzopfes sind nicht von anderen Haaren verschieden, als dass sie sich unter einander verwirren. Bei den im Zellgewebe unter der Haut in eigenen Säcken eingeschlossenen Haaren, stellt der einschliessende Sack ein Analogon der Cutis dar; die Haare

stecken in Haarbälgen, in welche nach Gurlt viele Talgdrüsen münden, und die im Sacke mit den Haaren enthaltene Masse scheint Hauttalg zu seyn.

Die Haare werden durch Reiben elektrisch; wenn ich mit der Collectorplatte eines gewöhnlichen Condensators nur ganz leise einmal über meine Kopfhaare streiche, so bewirkt die dem Bohnenberg. Elektrometer genäherte Platte schon eine starke Abweichung des Goldblättchens. So verhalten sich aber die Haare im todten wie im lebenden Zustande. In Hinsicht der chemischen Zusammensetzung der Haare folge ich Berzelius Thierchemie. Die Haare bestehen aus Hornstoff, ihre verschiedene Farbe rührt nach Vauquelin von einem gefärbten Fett her; beim schwarzen Haare zugleich von Eisen, Schwefeleisen? Nach Ausziehen des Fettes, vermittelst Alkohol oder Aether, wird das Haar graugelb, so dass im Alter die graue Farbe der Haare von einem solchen Fehler in der Absonderung der Bildungstheile des Haares herrührt; dass das gefärbte Fett fehlt. Alkohol zieht auch Osmazom mit den begleitenden Salzen, Chlornatrium, Chlorkalium und etwas Chlorammonium aus, welche nach Berzelius bloss von der den Haaren anklebenden Ausdünstungsmaterie herrühren. Der Hornstoff des Haares verhält sich wie der Hornstoff des Horns. Der Hornstoff wird weder von Wasser, noch von Alkohol, noch von Aether aufgelöst. Concentrirte Schwefelsäure löst ihn nicht auf. Das von kalter Salpetersäure aufgeweichte Horn löst sich hernach beim Kochen mit Wasser zu einer Flüssigkeit, die nach dem Abdampfen beim Erkalten gelatinirt. Diese Gallerte wird indess von kaltem Wasser wieder aufgelöst, die Auflösung durch Gerbestoff gefällt. Kaustische fixe Alkalien lösen den Hornstoff leicht, kaust. Ammonium gar nicht auf, wodurch sich der Hornstoff sehr von coagulirtem Faserstoff und Eiweiss unterscheidet. Von letzterem unterscheidet er sich auch durch seine Unauflöslichkeit in Essigsäure, und dass sich der Hornstoff mit Kali zu einem seifenartigen Körper, Hornkali, vereinigt. Vergl. pag. 131. Im papinschen Digestor gekocht, lösen sich die Haare nach Vauquelin in Wasser auf. Die Auflösung enthält Schwefelwasserstoff. Chlor entfärbt die Haare, und vereinigt sich hernach damit zu einer klebrigen bittern Materie. Epidermis und Haare vereinigen sich mit Metalloxyden; sie werden schwarz von salpetersaurem Silberoxyd, wobei der Schwefel des Haares mit dem Silber sich zu Schwefelsilber verbindet. Berzelius *Thierch.* 299. Beim Erhitzen schmilzt das Haar, und verbrennt leuchtend mit Horngeruch; bei der trocknen Destillation entwickelt es Ammoniak und Schwefelwasserstoff. Die Asche des Haares macht nach Vauquelin $1\frac{1}{2}$ proc. vom Gewichte des Haars. Sie enthält Eisenoxyd, eine Spur von Manganoxyd, schwefelsauren, phosphorsauren, kohlensauren Kalk und eine Spur von Kieselerde; die schwarzen Haare enthalten am meisten, die hellen am wenigsten Eisen; letztere dagegen phosphorsaure Talkerde. Die Haare bestehen sonst aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff. Aber das Verhältniss ihrer Vereinigung kennt man noch nicht.

d. Stacheln. Ueber den Bau und das Wachsthum der Sta-

cheln siehe dieses Handb. 1. Aufl. p. 368. Boeckh *de spinis histricum. Berol.* 1834. und Mueller's *Archiv* 1835. *p.* 236.

e. Hörner. Mit den Hörnern muss man nicht die Geweihe verwechseln. Letztere sind zu einer gewissen Zeit organisirt, die Hörner nie; die Matrix der Hörner ist die Oberfläche knöcherner Fortsätze; die Stirnhörner der wiederkäuenden Thiere bilden sich durch schichtförmige Absonderung der Hornsubstanz auf der Oberfläche der knöchernen Matrix des Horns oder des Stirnbeinfortsatzes, welcher die Form des Horns bestimmt; diese Schichten verhalten sich also so, dass eine gleichsam in der andern steckt, und dass die jüngeren zugleich die unteren und inneren sind, und immer eine grössere Basis erlangen. Das Horn des Nashornes hat keine innere Matrix wie die Stirnhörner der Wiederkäuer, sondern geht von der Nasenhaut aus. Diese Hörner sind also solid, und haben das Eigenthümliche, dass sie aus lauter Fasern, gleichsam aus verklebten Haaren, bestehen.

f. Federn. Die Federn bestehen 1) aus dem hohlen Kiel, der in seiner Höhle ein vertrocknetes, früher organisirtes Gewebe, die Federseele, einschliesst; 2) aus dem Schafte, der Fortsetzung des Kiels; 3) aus der Fahne mit ihren Strahlen, die wieder feine Nebenstrahlen ausschicken. Die Dunen besitzen nach Nitsch's Beobachtung knotige Nebenstrahlen. Die Entstehung der Federn haben Alb. Meckel (Reil's *Arch.* 12. 37.), Dutrochet (*J. de physiol.* 88. 333.) und Fr. Cuvier (Froriep's *Not.* 317.) beobachtet.

Die Feder steckt in dem Federbalge, der nach Meckel von der Oberhaut bekleidet ist. Auf dem Boden des Balges ist die Feder mit ihrem untern Ende oder dem Nabel der Feder befestigt; wird sie ausgerissen, so blutet die hier blossgelegte Haut des Balges. Wenn die Feder entsteht, erhebt sich nach A. Meckel aus dem Boden des Balges ein conischer Körper, der auf der Oberfläche hornig wird, und sich zu einem Cylinder entwickelt. Das Innere dieser hornigen Scheide ist mit gallertartiger organisirter Masse, dem Federkeim, angefüllt, während die hornige Scheide des Keims zur Bildung der Feder zunächst nichts beiträgt. Mit dieser Scheide wächst der Federkeim aus dem Balge hervor, die Scheide wächst anfangs mit der jungen Feder gleich fort, erhält bald oben eine Oeffnung, aus welcher der Anfang der Federfahne oder vielmehr das zuerst gebildete Ende der Federfahne mit dem Ende des Schaftes hervortritt. Wenn die Feder successiv bis zu dem zuletzt entwickelten Kiele gebildet ist, verklebt die Scheide mit dem Horne des Kiels, von welchem man die Scheide an ausgewachsenen Federn in Form von Fetzen abziehen kann. Ueber die Entstehung der Federfahne und des Schaftes scheinen die Untersuchungen von Fr. Cuvier das meiste Licht zu verbreiten. Schneidet man die Scheide, worin der Pulpus der Feder liegt, auf, so trifft man nach Fr. Cuvier auf eine äussere gestreifte Haut des Pulpus, unter dieser trifft man die Bärtchen der Fahne so gelagert, dass sie den Stamm des Pulpus schief aufsteigend umfassen, während sie nach 2 Richtungen von dem Stamme des Federkeims ausgehen. Unter den Federbärt-

chen liegt die innere gestreifte Haut, welche zunächst den Stamm des Pulpus umgiebt. Zwischen der äussern und innern gestreiften Haut liegen häutige Scheidewändchen zwischen den Bärtchen der Federfahne. Die Bärtchen der Federfahne bestehen anfangs aus einer breiigen Substanz, welche von der Stelle des Stammes, von welcher hernach die Bärtchen der Federfahne ausgehen, gebildet zu werden scheint. Man weiss nicht, ob zuerst die Enden der Bärtchen entstehen, und durch immer weitere Apposition von Bildungstheilchen wachsen. Es bildet sich das Ende der Federfahne mit dem Ende des Schaftes zuerst, und mit dem Wachsthume werden die unteren Theile der Federfahne und des Schaftes nacherzeugt. Wenn die Federfahne aus der Scheide der Feder in die Luft hervortritt, zerstieben die innere und äussere Membran, welche zwischen den Scheidewändchen früher die Bärtchen der Federfahne eingeschlossen haben. Da der Schaft und die Fahne der Feder sich zuerst entwickeln, so zeigt sich auch derjenige Theil des Pulpus, aus welchem jene entstehen, zuerst; allein sobald der am meisten vorgeschobene Theil des Pulpus seine Bestimmung erfüllt hat, verliert er seine Organisation; sobald er das Mark des Federschaftes erzeugt hat, verliert er seine Gefässe, und trocknet aus. Hierauf verändert der weiter sich entwickelnde untere Theil des Pulpus seine Bestimmung. Er sondert auf seiner Oberfläche die Hornsubstanz des Kiels ab, mit dem sich zugleich die früher erwähnte hornige Scheide der Feder verbindet. Wenn der Pulpus in dem Kiele zu vertrocknen anfängt, zeigt er Abtheilungen in Zellen durch trichterförmige Septa, wovon ein Trichterchen in dem andern steckt; früher sind die Zwischenräume dieser Trichter mit Mark ausgefüllt, später schwindet dieses, die Scheidewändchen und das häutige Wesen des Pulpus trocknen aus, und der Rest davon bildet hernach die sogenannte Federseele. Diess hat schon A. Meckel sehr gut beobachtet.

2) *Vom Zahngewebe.* Die Bewaffnung der Kinnladen geschieht theils durch Hornlamellen, wie am Schnabel der Vögel, der Schildkröten, an den Barten der Wallfische, an den Hornzähnen des Schnabelthiers; theils durch Knochenzähne. Beide Arten der Organe sind gefässlos und werden durch eine organisirte Matrix erzeugt. Aber der Knochenzahn oder eigentliche Zahn ist kein Horn mit abgesetzten Kalksalzen, sondern enthält als thierische Materie leimgebenden Knorpel, der Hornzahn wahres Horn. Ich erhielt nach der Extraction der Kalkerde aus den Zähnen des Pferdes wahren, sehr gut gelatinirenden Leim durch nicht sehr langes Kochen; Fischbein hingegen lieferte keinen Leim und ist Horn, wie schon John angiebt. Der Leim der Zähne ist nicht Chondrin, sondern wie in den ossificirten Knorpeln gemeiner Leim. Das Horn ersetzt den Zahnknorpel nur dann, wenn die Zähne keine abgesetzte Kalkerde enthalten, Knorpel oder Leim sind aber durchaus nöthig, wenn die Zähne Knochenzähne sind. In Hinsicht des Baues der Zähne im Allgemeinen verweise ich auf Cuvier's *vergl. Anatomie,* auf sein Werk *recherches sur les oss. foss.* Heusinger's *Histologie.* Rousseau

anat. comp. du syst. dent. Paris 1827. Der feinere Bau der Zähne ist von Leeuwenhoek, Purkinje, Retzius und mir untersucht. Die Zähne des Menschen bestehen aus drei Substanzen: 1. Der röhrigen Zahnsubstanz, welche die Hauptmasse bildet. 2. Dem Schmelz der Krone. 3. Der Rindensubstanz der Wurzel. Die röhrige Zahnsubstanz ist von vielen röhrigen Fasern durchzogen, welche von der Zahnhöhle ausgehen und ihre Richtung gegen die äussere Oberfläche des Zahns nehmen. Sie sind hygroskopisch und nehmen zum Theil beim Pferd ziemlich leicht Dinte von der Zahnhöhle auf. Diese Fasern sind undurchsichtiger als die feste Zwischensubstanz, die zwischen 2 Röhren ohngefähr das sechsfache des Durchmessers einer Faser oder Röhre beträgt. Bei reflectirtem Licht erscheinen die Fasern weiss, von Säuren verlieren sie ihre weisse Farbe, daher ihre Wände unorganische Deposita zu enthalten scheinen, welche man auch hier und da mit dem Mikroskop wahrzunehmen glaubt. Die Röhren lassen sich durch Zerreissen des von der Kalkerde befreiten Knorpels isoliren. Die Kalksalze sind grösstentheils in der Zwischenmasse gebunden. Durch Kochen geschliffener Zahnplättchen in Potasche konnte ich sie sichtbar machen, dadurch wird nämlich der Knorpel extrahirt. Der Schmelz der Zähne besteht aus aufrecht stehenden Fasern. Wenn der Schmelz noch weich ist, konnte ich ihre primitive Bildung wahrnehmen. So liess sich der Schmelz an dem letzten Backzahn des Kalbes weich und breiartig abschaben; diese Materie bestand ganz aus schon formirten Nadeln, die an beiden Enden zugespitzt waren. Die Rindensubstanz der Wurzel, welche von Purkinje und Retzius beobachtet wurde, hat ganz den Bau der Knochen und enthält Knochenkörperchen mit radialen Kanälchen. Sie kömmt an der äussern und innern dem Zahnkanal zugewandten Fläche der Wurzel vor und entsteht wohl durch Ossification anliegender organisirter Theile. Der Kitt an den Zähnen der Wiederkäuer hat dieselbe Structur. Siehe Purkinje in Fraenkel *de dentium hum. structura. Vratisl.* 1835. und J. Mueller in Poggend. *Ann. XXXVIII.* Die Matrix des Zahnes ist das Zahnsäckchen. Diese liegen in der Alveolarfurche der Kiefer des Fötus, von dem Zahnfleische bedeckt. Sie entstehen zum Theile schon im 3. Monat des Embryo. Die Säckchen der Zähne, welche die Milchzähne später ersetzen, entstehen zum Theil vor, zum Theil nach der Geburt. Das Zahnsäckchen wird durch 2 gefässreiche Häute gebildet. Die innere Haut ahmt die Form der Krone des Zahns nach, obgleich das Bildungsorgan der Krone der Zahnkeim ist. Vom Boden des Zahnsäckchens erhebt sich der weiche Zahnkeim, Pulpus dentis, in welchen von unten Gefässe und Nerven treten, und dessen Oberfläche die Form der spätern Krone annimmt. Er ist nach Purkinje und Raschkow (*meletemata circa mammalium dentium evolutionem. Vratisl.* 1835.) von einem Häutchen bedeckt. Zwischen diesem Häutchen und der Substanz des Zahnkeims bildet sich die röhrige Zahnsubstanz. Der Schmelz dagegen wird auf die äussere Oberfläche des Häutchens aufgesetzt. Die Bildung des Schmelzes geschieht von der an die innere Fläche des Zahn-

balges angewachsenen Schmelzmembran, welche aus senkrechten Fasern besteht. Der Kitt an den Zähnen der Wiederkäuer und des Elephanten, welcher die Vertiefungen zwischen den Falten der Krone ausfüllt, entsteht wahrscheinlich durch Ossification des Zahnbalges. In der Mitte des Embryolebens beginnt die schichtweise Absonderung von Zahnsubstanz auf der Oberfläche der weichen Krone des Zahnkeims, in Form von Scherbchen, an den Spitzen der Krone. Diese Scherbchen der verschiedenen Kronenspitzen hängen anfangs noch nicht zusammen, allmählig vereinigen sie sich und die weiche Krone wird nun von einer Schaale von Zahnsubstanz oben und an den Seiten umgeben. Diese Schale, welche die äusserste Schicht der Knochensubstanz der Zahnkrone wird, und denselben Umfang hat wie die Krone späterhin, hängt nicht organisch mit ihrer Matrix zusammen, sie entsteht durch blosse Absetzung von den mineralischen Bestandtheilen der Zähne, vermischt mit thierischer Substanz; man kann die Schalen von ihrer Matrix aufheben. Die einmal gebildete Schale wächst nur nach innen durch Apposition von neuen Schichten, während in gleichem Maasse der Zahnkeim verkleinert wird, je mehr er Zahnsubstanz an die Wände der Zahnhöhle von innen absetzt. Zur Zeit des Ausbruchs der Zähne, vergrössert sich der Zahn nach unten hin mehr, womit natürlich eine entsprechende Vergrösserung des Keims von unten gleichläuft. Der untere Theil des Keims nimmt die Form der spätern Wurzeln der Zähne an, sondert von oben nach unten fortschreitend immer mehr Zahnsubstanz auf der Oberfläche ab, so dass die Wurzeln der Zahnsubstanz die Wurzeln des Keims wie hohle Scheiden umgeben, die anfangs ganz kurz sind, allmählig sich aber mit den Keimwurzeln unten durch Apposition verlängern. Der Anwuchs der Wurzeln ist zugleich die Ursache des Durchbruchs der Zähne durch das Zahnfleisch. Anfangs sind die Wurzeln der Zahnsubstanz nur dünne Scheiden mit weitem Eingange, allmählig wird durch Ansatz der Materie die Zahnsubstanz auch hier dicker, während der Keim dünner wird, und nach unten wird die Wurzel des Zahns zuletzt zur Spitze, gerade so wie bei den Stacheln, deren Wurzel sich nacherzeugt, und ebenfalls dünner ist als der mittlere Theil des Stachels. Zuletzt bleiben an den Wurzeln der Zähne nur Oeffnungen und Kanäle übrig, wodurch die Gefässe und Nerven zu dem Reste des Zahnkeims in der Krone eindringen. Blake Reil's *Arch.* 4. 314. Vergl. Meck. *Handb. d. menschl. Anat.* 4. 212.

Die sich an der Krone abreibenden Zähne der Wiederkäuer und Pferde, die Nagezähne der Nager, können von unten noch lange auch im spätern Leben nachwachsen. Wenn die Krone der Zähne der Wiederkäuer noch nicht angegriffen ist, haben sie noch keine Wurzeln, und wenn diese sich gebildet haben, ist die Krone abgenutzt. Cuvier *vergl. Anat.* 3. 117. Die Stosszähne des Elephanten und die Schneidezähne der Nager bleiben an der Wurzel immer hohl, und wachsen durch immer weitere Apposition von Zahnsubstanz an die inneren Wände der Höhle durch den conischen Zahnkeim fort. Beim Füttern von Thieren mit

Färberröthe fand HUNTER (*Geschichte der Zähne* 1778.), dass die schon gebildete Zahnsubstanz nicht von Färberröthe durchdrungen wurde, wohl aber die innerste Schicht des Zahnes, welche eben gebildet wurde.

Gegen das Wachsthum der Zähne durch blosse Apposition scheint auf den ersten Blick der Umstand zu sprechen, dass man in den Stosszähnen von Elephanten öfter bleierne Kugeln gefunden hat, die von allen Seiten von Knochensubstanz umgeben waren. Dieser Einwurf widerlegt sich indess durch die Supposition, dass diese Kugeln in denjenigen Theil des Zahnes eingedrungen waren, der eben in der Bildung begriffen war.

Wenn die Zähne schmerzen, so ist bloss der Zahnkeim empfindlich, ebenso bei dem Empfindlichwerden der Zähne von Säuren, wobei wahrscheinlich die Säure in die Zahnröhren vermöge der Risse oder Poren des Schmelzes eindringt, und den Zahnkeim selbst afficirt. Die sogenannte Caries der Zähne ist von der Caries der organisirten Knochen wohl zu unterscheiden. Diess ist eine blosse chemische Zersetzung der Zähne bei fehlerhafter Zusammensetzung, eine allmählige Zersetzung durch die Mundflüssigkeiten. Die weissen Zahnröhren unter einer cariösen Stelle der Oberfläche des Zahns verlieren meist bis zu einiger Tiefe ihr weisses Ansehen.

Der sogenannte Weinstein an den Zähnen des Menschen und des Pferdes besteht bloss aus angesetzten Speichelsalzen.

Ueber das Wachsthum der verschiedenen Thierzähne findet man herrliche Beobachtungen von CUVIER und MECKEL in CUVIER's *vergl. Anat. übers.* von MECKEL, 3. Nach ROSA sind die Keime der durchbohrten Giftzähne der Schlangen Platten, die sich umlegen, um zuletzt zu einem Kanale sich zu verbinden. Siehe CUVIER *vergl. Anat.* 3. 127. Auch nach KNOX ist das Mark oder der Keim der Zähne ein umgerollter Körper, welcher aussen und innen gegen den Giftkanal Zahnsubstanz abzusondern scheint. Doch sah er keine offene Furche, sondern einen durchsetzenden festen Streifen an der konvexen Seite des Zahns. Auch der Giftkanal enthielt anfangs eine Art Mark. FRORIEP's *Not.* 406. Jeder Zahnkeim entsteht in einer besondern Capsel, die gleichsam seine Eihaut ist, und diese Capseln sind wieder von einer gemeinsamen Haut vereinigt.

So wahrscheinlich es ist dass die Zähne der meisten Thiere durch Apposition wachsen, so giebt es doch offenbare Ausnahmen davon bei einigen Knorpelfischen. Ich finde z. B. dass die dikken Zahnplatten der Myliobates und Rhinoptera unter den Rochen, ehe sie ossificiren, schon ihre ganze Grösse erreichen, während sie doch dann bloss aus häutigen Theilen bestehen. Sie enthalten im weichen Zustande viele weite Röhren, die später indem ihre Wände ossificiren, erstarren, mehr und mehr sich verdicken, während die Kanäle enger werden. Man sieht diesen Bau an den hintersten immer sich nachbildenden Zahnplatten.

Was die chemische Zusammensetzung der Zähne betrifft, so unterscheidet sich der Schmelz von der Knochensubstanz des

Zahnes dadurch, dass Letztere viel mehr thierische Substanz (Knorpel) enthält.

Die Verschiedenheit zwischen beiden Substanzen ergiebt sich aus Berzelius Analyse derselben vom Menschen.

	Schmelz.	Zahnknochen.
Thierische Substanz	—	28,0
Phosphorsaurer Kalk mit Fluorcalcium	88,5	64,3
Kohlensaurer Kalk	8,0	5,3
Phosphorsaure Talkerde	1,5	1,0
Natron mit etwas Kochsalz	—	1,4
Alkali, Wasser, thier. Substanz. . .	2,0	—
	100,0	100,0

Der Kitt an den Zähnen des Rindes besteht nach Lassaigne aus 42,18 thierischer Materie, 53,84 phosphors. Kalk, 3,98 kohlens. Kalk.

Die Hornzähne des Schnabelthiers stehen mit einer breiten Fläche auf dem Zahnfleische, und bestehen aus hohlen Hornfasern. Heusinger a. a. O. 197. Die Zähne des Orycteropus bestehen auch aus senkrecht stehenden conglutinirten Röhrchen, zu denen nach Cuvier Blutgefässe gehen. Diese Zähne sind nicht hornartig; aber die Zähne des Schnabelthiers enthalten nach Lassaigne 99,5 hornartige Masse, und 0,3 Knochenerde.

Diese Zähne bilden offenbar den Uebergang zu den Barten der Wallfische, welche hier die Zähne ersetzen. Hierüber haben Heusinger und Rosenthal (*Abhandlungen der Akademie zu Berlin* 1829.) Untersuchungen angestellt. Nach Rosenthal bestehen die Barten aus vielen grösseren und kleineren, etwas gekrümmten Hornplatten, welche mit ihren schwach konkaven Flächen nach vorn, mit ihren konvexen nach hinten, mit ihren scharfen Rändern nach aussen und innen gerichtet sind; sie stehen also quer parallel, und sind ½ Zoll von einander entfernt. An ihrer Basis, mit der sie auf dem Oberkiefer aufsitzen, werden sie durch ein 2 Zoll breites Hornband, welches alle Blätter wie ein Kranz umfasst, vereinigt. Jede einzelne Platte besteht aus einer äussern und innern Substanz; die Marksubstanz bildet parallele Röhren, die am untern Rande der Platte in borstenartige Fasern übergehen. Im untersten Theile jeder Platte weichen die Lamellen der Rinde von einander, und hier entsteht eine Höhle, in welche die Keimhaut der Barten hineinreicht. Jede Barte ruht auf einer über 1 Zoll dicken gefässreichen Haut. Diese bildet unter jeder Platte einen hervorragenden Fortsatz, welcher in den hohlen Raum an der Basis der Platten dringt, und in fadenartige Verlängerungen übergeht, mit denen sie in die Röhrensubstanz bis zu den Borsten der Barten dringt. Die Gefässe der Keimhaut der Barten dringen bis in die Röhren der Barten nach Rosenthal ein. Zwischen den Fortsätzen der Keimhaut, die in die untere Höhle einer Barte eindringen, liegt eine weisse hornige Masse, welche sich in die Rindensubstanz der Barten fortsetzt. Siehe die schönen Abbildungen Rosenthal's a. a. O. *tab.* 1—3.

3. *Vom Gewebe der Crystalllinse.* Die Linse des Auges be-

steht aus concentrischen Blättern, die übereinander liegen. Man hat bemerkt, dass diese Blätter oder Capseln wieder aus Fasern bestehen, die die Dicke der Blätter bestimmen. Die Fasern in den Schichten der Crystalllinse sind folgendermaassen angeordnet: Man denke sich vom Mittelpunkte der vorderen Fläche oder vom Pole der Linse 3 Linien so gegen den Rand der Linse gezogen, dass sie die Fläche in 3 Felder theilen. Die Fasern gehen nun parallel vom Rande der Linse durch die Schichten, schief gegen diese 3 Linien, wodurch 3 gefaserte Felder jeder Schicht entstehen. Die 3 Linien bilden eine ungefaserte Figur, welche die Fasern der 3 Felder aufnehmen. Ich bemerke hier, dass die Linse der Schweine regelmässig in solche 3 Felder getheilt ist, wie man schon äusserlich an den meisten Schweinsaugen sieht. Brewster hat gezeigt, dass die Fasern der Linse durch ihre zakkigen Ränder an den Seiten ineinander greifen. Die zahnartigen Zacken sind bei den Fischen am deutlichsten.

Die Matrix der Crystalllinse ist die Linsenkapsel, welche von ihrer innern Fläche die Schichten der Crystalllinse abzusondern scheint. Diese Art der Bildung ist indess nicht gewiss, und man weiss nicht genau, ob die Linse nicht in einem engen organischen Zusammenhange mit ihrer Capsel steht. Nach Werneck (*Zeitschr. f. Ophthalmol.* 4. *p.* 28.) soll die innere Fläche der Linsenkapsel mit der Linse durch ein Gewebe von sehr kurzen Zellen zusammenhängen, die beim vorsichtigen Abreissen unter Wasser an der Linsenkapsel sitzen bleiben. Die Blutgefässe der Linsenkapsel sind schon pag. 215 beschrieben worden. Sie erhält beim Fötus und Erwachsenen Blut von dem durch den Glaskörper gehenden Ramus capsularis arteriae centralis retinae, beim Fötus stehen diese Gefässe aber auch durch die gefässreiche, von mir gefundene Membrana capsulo-pupillaris mit den Gefässen der Pupillar-Membran und Iris in Verbindung, so wie die Gefässe der Linsenkapsel wieder mit den Gefässen der Zonula Zinni im Zusammenhange stehen, was Henle gezeigt. Henle *de membrana pupillari. Bonnae* 1832. Henle hat auch beim Fötus der Säugethiere an Injektionen beobachtet, dass die Gefässe des Corpus ciliare wieder mit den Gefässen der Zonula zusammenhängen.

Die chemische Zusammensetzung der Linse ist von Berzelius untersucht. Die Materie der Crystalllinse ist grösstentheils in Wasser löslich. Diese Materie coagulirt von Hitze, und anderen Einflüssen, wie Eiweiss und Farbestoff des Blutes. Die nach dem Coaguliren übrig bleibende Flüssigkeit ist schwach sauer, und enthält Osmazom mit den dasselbe begleitenden Salzen.

Eiweissartige Materie	35,9
Alkoholextrakt mit Salzen	2,4
Wasserextrakt mit Spuren von Salzen . .	1,3
In Wasser unlösliches thierisches Wesen	2,4
Wasser	58,0

Die Asche der Crystalllinse soll etwas eisenhaltig seyn. Die Menge Alkali und Kochsalz mit etwas phosphorsaurem Kalke beträgt 0,005 vom Gewichte der frischen Crystalllinse. Eine un-

durchsichtig gewordene Linse fand John (Meck. *Arch.* 3. 361.) alkalisch reagirend.

Leichte Verwundungen der Linsenkapsel haben nach Dietrich (*über die Verwundungen des Linsensystems. Tüb.* 1824.) keine Folge. Bei stärkeren Verwundungen mit Zerrung und Einschneidung der Linse ging das Undurchsichtigwerden der Linse bis in den Kern vor, und verbreitete sich von da bis zur Peripherie der Linse. Aus der Cataracta lenticularis, wo häufig zuerst der dichtere Kern der Linse undurchsichtig wird, kann man nicht schliessen, dass die Linsensubstanz selbst Gefässe enthalte. Denn von der Beschaffenheit der Absonderung auf der innern Fläche der Linsenkapsel kann es abhängen, dass die innersten Schichten der Linse, die ohnehin dichter sind, und vielleicht in chemischer Hinsicht von den oberflächlichen sich unterscheiden, sich selbst noch lange nach ihrer Erzeugung chemisch verändern.

Wahrscheinlich hängt die Entstehung der grauen Staare von der Beschaffenheit der Capsel ab. Obgleich die Entzündung der Capsel gewiss nicht allein die Ursache der grauen Staare ist, so ist sie es doch nach v. Walther oft; was besonders durch ein Präparat von Schröder v. d. Kolk wahrscheinlich wird, an welchem die Linsenkapsel einer kataraktösen Linse sehr schön injicirt ist, was sonst bekanntlich bei Erwachsenen sehr schwer gelingt.

So viel von dem Wachsthume der gefässlosen Gewebe.

Ueber die Gesetze, welche bei dem Wachsthume der organischen Körper statt finden, hat G. R. Treviranus mit seinem gewohnten philosophischen Scharfsinn (*Biologie* 3. 463—544.) sehr lehrreiche Betrachtungen angestellt.

Das Wachsthum der organischen Körper hat eine bestimmte Grenze; bei den meisten höheren Thieren wird diese lange vor dem Ende des Lebens, beim Menschen z. B. mit der Mannbarkeit erreicht, während die Formveränderungen des Ganzen und der Theile fortdauern. Bei manchen Pflanzen und bei den Fischen und mehreren Amphibien fällt die Grenze des Wachsthums fast mit der Grenze des Lebens überhaupt zusammen. Aber nicht alle Theile wachsen gleichförmig, manche verschwinden, während andere entstehen oder sich ausbilden, kurz das Wachsthum ist mit beständigen Veränderungen der Form verbunden. Bei den meisten Thieren fallen die merkwürdigsten Phänomene der Metamorphose in die Periode des Embryolebens, wie bei den Menschen, den Säugethieren, den Vögeln, den Fischen, während die nackten Amphibien und die Insekten und mehrere niederen Crustaceen auch nach der Entwicklung des Eies gleichsam den Embryonenzustand verlängern, indem sie ihre Form verändern, neue Organe erzeugen, und andere ablegen. Bei den Säugethieren und dem Menschen sind diese Umwandlungen wohl am seltensten. Es gehören hieher das anfängliche Wachsthum der Thymus in der Kindheit und ihr späteres Schwinden bis zum 12. Jahre, die Entwicklungsperioden des Zahnwechsels, der Pubertät, mit den Formveränderungen des Kehlkopfes, der Entwicklung der Haarkeime des Bartes und der Schaamhaare, der Brüste. Aber

bei den nackten Amphibien erzeugen sich die Nieren selbst erst im Anfange des Larvenlebens, während die Wolffschen Körper (pag. 161.) decrepid werden. Das Verschwinden der äusseren Kiemen bei den Froschlarven, die Entwicklung der inneren Kiemen für die längere Zeit des Larvenlebens, die Entwicklung der Extremitäten am Ende des Larvenlebens, die Ablegung des Schwanzes, und der endliche Verlust der Kiemen sind schon erwähnt worden. Erst gegen das Ende des Larvenlebens entstehen ihre Genitalien. So habe ich bei Froschlarven die erste Spur der Hoden und Eierstöcke erst bemerken können, wenn sie sich schon zum Theil verwandelt haben, nämlich schon 4 Beine haben, aber noch den Schwanz und die Kiemen besitzen. Bei den Salamanderlarven, welche in der längsten Zeit des Larvenlebens schon mit Extremitäten versehen sind, entstehen die Genitalien auch erst in der spätern Zeit des Larvenlebens, ehe die Kiemen eingehen *).

Der Darmkanal bei den Froschlarven für Pflanzennahrung bestimmt, war ausserordentlich gross, er erleidet während der Metamorphose die Reduction in den Darmkanal des fleischfressenden Thiers. Auch die Wirbel während des Larvenlebens durch conisch ausgehöhlte Facetten wie bei den Fischen verbunden, nehmen an der Umwandlung Antheil.

Die Metamorphose der Thiere während der Entwicklung und des Wachsthums beruht zum Theil auf Entwicklung und Reduction ähnlicher Theile. Man hatte früher bemerkt, dass der Embryo während der Entwicklung die Stufen niederer Thiere durchlaufe, und diese an sich unrichtige Idee bis ins Abenteuerliche ausgesponnen. In dieser Ansicht liegt aber die Ahnung des wahren Verhältnisses, welche den Gegnern dieser Ansicht entging. v. Baer hat das Verdienst, das Gesetz dieser Metamorphose zuerst erkannt zu haben; er zeigte, dass die Wirbelthiere, vom Menschen bis zu den Fischen, einen gewissen gemeinsamen Typus ihrer Bildung, eine gewisse Summe gleicher Theile besitzen, die man im Embryonenzustande bei allen in vollkommener Aehnlichkeit noch antrifft, welche sich aber bei verschiedenen Klassen zu verschiedenen Formen ausbilden, oder selbst reducirt werden; wie z. B. die rippenförmigen Anhänge des Zungenbeins allen Wirbelthieren im Embryonenzustande gemeinsam sind, aber bei den höheren Thieren reducirt werden, bei den Fischen und Amphibienlarven sich zu Kiemen ausbilden, pag. 298. Alle Wirbelthiere gleichen sich, und zeigen eine Reihe von Wirbelkörpern mit hinteren Bogen für die Deckung der Centraltheile des Nervensystems, und einer Anzahl rippenförmiger vorderer Anhänge zur Umschliessung der Eingeweide, welche zum Theil knorpeligen oder knöchernen Brustbeinrippen entgegen kommen, um ei-

*) In meiner Abhandlung, Beiträge zur Anatomie und Naturgeschichte der Amphibien, Tiedemann's *Zeitschrift für Physiol.* 4. 2., habe ich mich in dieser Hinsicht nicht ganz richtig ausgedrückt, wenn ich sagte, dass die Larven, so lange sie nicht die Kiemen ablegen, keine entfernte Spur der Genitalien besitzen.

nen Korb zu bilden, während die Halsrippen und Bauchrippen bei vielen Wirbelthieren fehlen, oder bei einigen (Crocodilen und Eidechsen) nur als rudimentäre Anhänge der Halswirbel erscheinen.

Bei allen Wirbelthieren verkümmert diess System nach abwärts in den Steisswirbeln, entwickelt sich aufwärts in den 3 Wirbeln des Schädels (denn mehr kann ich nicht finden, die Bezeichnung Gehörwirbel und Aehnliches scheint mir eine Uebertreibung, Entstellung jener ganz richtigen Analogie). Bei allen Embryonen fehlen anfangs die Extremitäten; sie erscheinen bei den Embryonen zuerst als Hügelchen, welche sich bei verschiedenen Klassen zu verschiedenen Formen umwandeln. Man sieht also, wie die Formen der ausgebildeten Wirbelthiere auf Umwandlungen und Reductionen eines gemeinsamen Typus beruhen. Einige Thiere entfernen sich beim Wachsthum sehr, andere wenig vom gemeinsamen Typus, wie er sich im Embryonen- und Larvenzustande ausspricht.

Wendet man sich zu der Abtheilung der Gliederthiere, in welchen das Gehirn zwar oben liegt, aber ein Schlundring den Schlund umfasst, und die Fortsetzung dieses und des Gehirns an dem Bauche liegt, so findet man leicht wieder einen nur diesen Thieren eigenthümlichen Typus in ihrem Skelet aus successiv verbundenen Leibesringen. Man findet Maxillen, Mandibeln, welche mit den Füssen nach Savigny's Untersuchungen zu einem und demselben Organsystem gehören. Das Insekt hat als Larve 13 Leibesringe, nur im Larvenzustande wächst es, indem es sich 3—4 Mal häutet, in der Metamorphose während des Puppenzustandes zu einem neuen Geschöpfe wird. Zur Aeusserung des organisirenden Princips, welches die Form verändert, ist es nöthig, dass die ähnlichen Theile eine gewisse Grösse erreicht haben; die fortdauernde Ernährung dieser Theile durch Aufnahme von Nahrungsstoffen scheint das organisirende Princip von der Einleitung der Metamorphose abzuhalten; denn die Insekten wandeln sich früher um, wenn sie hungern, so wie eine Pflanze früher Blüthen treibt in magerm Boden. Je mehr aber die ähnlichen Theile an Umfang zugenommen haben, um so grösser scheint das Streben zu werden, aus den quantitativ ausgebildeten Massen qualitative Unterschiede durch Reduction und Entwicklung ähnlicher Theile zu bilden. Bei dem letzten Häuten erscheint das eingesponnene Insekt als Puppe, deren anfangs weiche Oberhaut, wie aller Hornstoff, erhärtet. In der äussern Form vieler Puppen lassen sich schon die Rudimente der äusseren Formen des Insektes erkennen, wobei die Glieder eng an den Leib angeschmiegt sind. Die Grundzüge zur Verwandlung der ausseren Formen sind schon mit der Umwandlung der Larve in die Puppe gegeben. Die Puppe zeigt schon die Abtheilungen des Thieres in 3 Abschnitte, indem die 3 Ringe, welche in der Larve auf den ersten oder Kopfring folgen, zum Thorax umgewandelt werden, in dem man hernach Prothorax, Mesothorax, Metathorax erkennt, während die 9 letzten der 13 Ringe des Larvenkörpers in die 9 Ringe des Hinterleibs des vollkommnen Insektes sich umwandeln, und sich

verkürzen; die Rudimente der Flügel am 2. und 3. Ring des Brustkastens, die Rudimente der Füsse an den 3 Ringen des Brustkastens, die Antennen und Palpen am Kopfe sich bilden. Der Sinn für das Licht entsteht bei vielen Larven erst durch die Verwandlung, bei anderen entwickeln sich statt der einfachen Larvenaugen zusammengesetzte. Von 13 Ganglien des Nervenstranges beim Kohlschmetterling vereint sich das 3. mit dem 4., das 5. mit dem 6., das 7. und 8. verschwinden ganz. Mit diesen Umwandlungen laufen die der Eingeweide gleichen Schritt. Der Schmetterling erlangt auch statt der bisherigen Kiefer den Saugrüssel; seine Spinngefässe verschwinden. Der Darmkanal, die Athemorgane wandeln sich um. Vergl. pag. 295. Vom Beginn der Entwicklung ist der Fettkörper fast verflüssigt, er wird grösstentheils auf die Bildung der neuen Organe verwandt. Siehe das Nähere in dem classischen Werk: Herold *Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge. Cassel* 1815. Während bei den Amphibienlarven die Genitalien anfangs fehlen, hat Herold bei den selbst sehr jungen Larven die äusserst zarten Rudimente der Hoden und Eierstöcke entdeckt. Viele Insekten beharren auf dem Larventypus.

Unter den Crustaceen beobachtet man nicht allein, dass die höheren Crustaceen im Embryonenzustande noch ein deutlich gegliedertes Bruststück haben, und dadurch niederen Crustaceen gleichen; die jungen Crustaceen sind auch oft viel einfacher, wie z. B. die jungen Cyclops nur 2 Fühler und 2 Fusspaare haben. Einige Crustaceen erleiden sogar eine gänzliche Umgestaltung ihrer Form, wie die Lernaeen nach den Entdeckungen von Nordmann. *Micrograph. Beitr.* 2. Die Stelle dieser sonderbaren parasitischen Thiere war lange im Systeme zweifelhaft, weil sie im ausgewachsenen Zustande fast alle Spuren ihrer früheren Gliederung abgelegt haben, daher sie Einige unpassend mit den Eingeweidewürmern vereinigt hatten. Nordmann hat entdeckt, dass diese Thiere im Embryonen- und Larvenzustande als vollkommene Crustaceen erscheinen. Der Embryo des Achteres percarum hat z. B. 4 Pinselfüsse. Nachdem er das Ei verlassen, hat er 2 Antennen, 3 Paar vordere Krallenfüsse, und 2 Paar Büschelfüsse, und ist den Fischläusen ähnlich. Die Jungen von Ancorella haben in der Eihülle selbst ein rothes Auge.

Die Ringelwürmer vermehren bei dem Wachsthume ihre Ringe, die Arenicolen auch die Zahl ihrer büschelförmigen Kiemen, wie ich aus Vergleichung verschiedener Exemplare von Arenicola carbonaria sehe.

III. Capitel. Von der Wiedererzeugung.

Dadurch, dass die schaffende organisirende Kraft, welche im Keim des Embryo alle Theile des Thiers gleichsam als nothwendige Glieder seines Begriffes erzeugt, in der Ernährung fortwirkt, ist Erholung, Genesung und Wiedererzeugung eines Verlustes in einer gewissen Grenze möglich. Die Regenerationskraft

ist um so grösser, je jünger ein zusammengesetztes Thier, und je einfacher überhaupt ein Thier gebildet ist. Die Larve der nackten Amphibien, welche selbst noch erst manche Theile erzeugt, die bei anderen Thieren im Embryozustande entstehen, wie die Genitalien, ist auch fähiger einen Verlust wieder zu erzeugen als das erwachsene Thier; die Insekten-Larven erzeugen oft verlorne Theile wieder, die Insekten nach der Verwandlung nicht. Bei den niederen Thieren, wie Polypen, Würmern, erzeugen sich selbst Theile des Ganzen wieder zu einem neuen Ganzen. Man kann sich die allmählige Abnahme der Regenerationskraft mit der Entwicklung und mit der Zusammensetzung eines Thieres nicht anders verständlich vorstellen, als dass die organisirende Kraft durch die Entwicklung und durch die Erzeugung der Organe gleichsam mehr vertheilt wird, und sich zum Theil an die einzelnen Organe mehr bindet.

Schon in den Prolegomena sind einige der allgemeinen Gesetze, die für die Wiedererzeugung gelten, angeführt. Wenn sehr einfache Thiere und Pflanzen eine gewisse Summe gleichartig gebildeter Theile besitzen, und wenn das Ganze durch Vermehrung dieser gleichartigen Theile wächst, kann das Ganze sich theilen, und die getrennten Stücke, welche nun noch die wesentlichen Theile des Ganzen, aber von geringerer Anzahl enthalten, leben fort und ergänzen sich, wie z. B. abgeschnittene Zweige von Pflanzen eingepflanzt wieder zu neuen productiven Individuen werden. Die verschiedenen Theile einer Pflanze sind sich noch so ähnlich, dass sich die Zweige in Wurzeln, die Staubfäden in Blumenblätter umwandeln können. Von diesem Gesichtspunkte lässt sich auch die Regeneration der Süsswasserpolypen, Hydra und verwandter Thiere betrachten, obgleich die Polypen, nach den Infusorien zu schliessen, gewiss zusammengesetzter sind als man früher glaubte. Trembley *Abhandlung zur Geschichte der Armpolypen, übersetzt von* Goeze. *Quedlinb.* 1791. Schaeffer *Abhandl. von den Armpolypen.* Roesel *Insektenbelust.* 3. Bonnet *contempl. de la nature.* Die Arme der Hydren können sich durch freiwillige Ablösung zu neuen Polypen ausbilden. Es darf uns daher nicht wundern, dass sie es abgeschnitten thun. Aber Polypen, die in transverseller oder longitudineller Richtung durchschnitten sind, erzeugen sich wieder, ja selbst kleinere Stücke des Polypen werden wieder zu ganzen Thieren. Stellt man sich den ganzen Polypen als ein System von an Kraft ähnlichen Theilchen vor, die nur so lange dem organisirenden individuellen Princip unterworfen sind, als sie eine gewisse Verwandschaft haben, und denkt man sich die individuelle organisirende Kraft als das Resultat des Zusammerwirkens der Molecule, so werden abgeschnittene Stücke wieder Systeme ähnlicher Molecule enthalten. Das organisirende Princip wirkt hier wieder durch die Verwandtschaft der Theilchen zu einander, dass das Stück zu der Organisation eines neuen Polypen umgewandelt wird. Erreicht der Polyp eine gewisse Grösse, ist dann das System von an Kraft ähnlichen Theilchen gross geworden, so scheint in kleineren Theilen des Polypen eine grössere Verwandtschaft der Mo-

lecule zu einander zu entstehen, als die Theile zum Ganzen behalten, und so tritt ein Streben ein, einzelne Polypensprossen zu bilden, die sich abstossen und selbstständig werden. Deswegen werden auch die Fetzen eines Polypen individualisirt, sie trennen sich bald von dem Mutterpolyp als neue Individuen. Nach Goeze, Schaeffer und Roesel soll man Polypen auch umkehren können und sie dennoch fortwachsen. Wendet man diese Facta auf die Keime der höheren Thiere an, so werden diese nur so lange theilbar und regenerationsfähig seyn, als sie noch aus einer homogenen Substanz bestehen, welche die Kraft zur individuellen Organisation noch in allen Theilen gleich enthält. Denkt man sich, dass die Keimscheibe eines höheren Thieres, entweder wo später der Kopf, oder wo später der Schwanz entsteht, durch irgend eine unbekannte Ursache bis auf eine gewisse Strecke sich theile, oder auch ohne Spaltung nach einer Richtung der Achse doppelte Theile entwickele, so werden, so fern jene oben angedeuteten Gesetze richtig sind, so gut wie bei einer in 2 noch zusammenhängende Fetzen getheilten Planarie, 2 Köpfe oder 2 Schwanztheile entstehen müssen und eine Doppelmissgeburt wird entstehen. J. Mueller, Meck. *Arch.* 1828. 1. Die Doppelmissgeburten sind weder ganz durch Theilung eines Keims noch durch Verwachsung zweier Keime erklärlich. Ein grosser Theil der Doppelmissgeburten wird besser durch Verwachsung zweier Keime oder durch Entstehung zweier Embryonen in einer Keimhaut, die hernach verwachsen, erklärt, besonders wenn die getrennten Theile gross sind. Dass diese Verwachsung von Embryonen existirt, geht als gewiss aus den Fällen hervor, wo die Embryonen nur durch einen kleinen Theil, wie z. B. durch den Hinterkopf in Barkow's Fall, verwachsen sind. (Barkow *de monstris duplicibus certicibus inter se junctis. Berol.* 1821.) Embryonen, welche bloss durch das Gesicht zusammenhängen und in der Schnauze einfach sind, sonst aber doppelt oder Doppelmissgeburten mit einem Kopfe und getrennten ganzen Rümpfen kann man nicht wohl aus Theilung erklären, sie entstehen wohl durch Verwachsung und Verschmelzung der Keime mit denjenigen Stellen, wo gleichnamige Theile entstehen sollten, Schnauze mit Schnauze oder auf andere Art, wo die gleichnamigen Theile eine gewisse Anziehung auf einander auszuüben scheinen. Dagegen wäre es eben so schwer, eine Missgeburt mit einem überzähligen Theil, mit einem überzähligen Finger, einen ganz einfachen Körper mit einer doppelten Schnauze aus der Verwachsung zweier Keime zu erklären. Die Gesetze, welche bei der Reproduction der Polypen gelten, werden ohne Zweifel auch für die einfachen Keimstoffe der höheren Thiere gelten müssen. Man besitzt übrigens nur 2 Beobachtungen von Doppelmissgeburten des Hühnchens aus so früher Zeit, wo die Keimhaut noch vorhanden war. Die eine ist von C. Fr. Wolff, *Nov. comment. acad. Petrop.* 14. 456., die andere von Baer, Meck. *Arch.* 1827. 576. In Wolff's Fall hingen beide vollständige Embryonen nur durch denjenigen Theil der gemeinschaftlichen Keimhaut, der sich am Nabel in den Darm fortsetzt, zusammen. In Baer's Fall war die Area pellucida der

Keimhaut, statt wie gewöhnlich biscuitförmig, vielmehr kreuzförmig. Die Embryonen hatten einen gemeinsamen Kopf, ihre Leiber divergirten in den 2 längeren Schenkeln des Kreuzes. Wir werden übrigens auf diesen Gegenstand im 8. Buche, das von der Entwicklungsgeschichte der organischen Wesen handelt, zurückkommen.

Die Planarien haben, wie Dugès gezeigt hat, einen grossen Grad von Productionvermögen. Froriep's *Not.* 501. Jeder 8. oder 10. Theil des Thiers kann ein vollständiges Individuum reproduciren. Jedes abgeschnittene Stück reproducirte sich im Winter in 12 — 14, im Sommer in 4 Tagen vollkommen. Zuweilen theilen sich die Planarien in 2 Individuen durch Quertheilung. Dugès fand ein Individuum in Wasser mit zwei Schwanztheilen, und wenn er die Planarien vorn der Länge nach theilte, entstand eine Doppelmissgeburt mit 2 vollkommenen Köpfen.

Bei den Ringelwürmern erstrecken sich die Stämme der Gefässe, das knotige Nervensystem, der Darmkanal auf eine ziemlich gleichförmige Art durch die ganze Länge des Thiers, durch die ringelförmigen Abtheilungen des Wurmes. Man kann sich aus der Structur dieser Thiere, dass sie aus einer reihenförmigen Succession gleichförmiger Theile bestehen, schon erklären, dass trotz ihrer grösseren Zusammensetzung doch auch die Theilung des Wurms in die Quere die Regeneration des Wurms nicht aufhebt. O. Fr. Mueller (*von den Würmern des süssen und salzigen Wassers*) hatte die Regeneration der Stücke der durchschnittenen Nereïden, Bonnet die Regeneration von 4, 5, 6 Stücken der Naïs variegata, und die Regeneration der zwei Theile eines quer durchschnittenen Regenwurms beobachtet, was Dugès nicht gelang, obgleich die Regenwürmer die abgeschnittenen vordersten Ringe und den Kopftheil ersetzen. Froriep's *Not.* 513. Alle diese Thiere regeneriren sich bei longitudinalen Durchschnitten nicht, wahrscheinlich weil die Stücke nun nicht mehr die qualitativ verschiedenen Glieder des Ganzen enthalten. Man findet die älteren Beobachtungen in den grösseren Werken. Treviranus *Biologie.* Burdach's *Physiologie* 1., und in einer kleinen Schrift von Eggers *von der Wiedererzeugung. Würzb.* 1821. zusammengestellt.

Die Mollusken, Insekten, Crustaceen, Spinnen regeneriren nur einzelne Theile nach, die ihnen abgeschnitten worden, und es ist gewiss, dass die Schnecken nur einen Theil des Kopfes und die Fühlhörner regeneriren, wenn das Gehirn, das auf dem Schlunde liegt, nicht verletzt wird. Diese Regeneration erfolgt nur bei gemässigter Temperatur, nicht in der Kälte. Schweigger *Naturgeschichte der skeletlosen ungegliederten Thiere.* Die Naïden theilen sich von selbst, wie O. Fr. Mueller, Gruithuisen, Dugès beobachtet haben. Gruithuisen *Nov. act. nat. cur. T.* 11. *tab.* 35. Die Hirudineen besitzen nach Moquin Tandon wenig oder kein Reproductionsvermögen.

Nach Heineken hört die Reproduction der Beine bei den Spinnen auf, sobald sie aufhören sich zu häuten oder ganz erwachsen sind. Die Larven der Insekten reproduciren ihre Fühler, nicht die vollkommenen Insekten. Frorieps *Not.* 606. 607. Die

Phasmen erzeugen verlorne Beine wieder in ihrem unvollkommenen Larvenzustande. *Nov. act. nat. cur. T.* 12. 563. Die Regeneration der Füsse bei den Krebsen ist bekannt. Von den Fischen kennt man nur die Reproduction der Flossen nach Broussonet. Eggers *a. a. O.* 51.

Unter den beschuppten Amphibien kennt man die Reproduction des Schwanzes bei den Eidechsen, worin sich jedoch keine vollkommenen Wirbel, sondern nur eine knorpelige Säule bildet. Auch die Salamander erzeugen nach Spallanzani ihren Schwanz wieder. *Physic. mathem. Abh.* Wir haben hier ein Beispiel von Reproduction des hintersten Theils des Rückenmarks. Ueber die Reproduction der Salamander haben Spallanzani, Bonnet, Blumenbach (*Spec. physiol. comp. inter animantia calidi et frigidi sanguinis*), Steinbuch (*Analecten*), und Rudolphi Versuche angestellt.

Bei den Salamandern, jungen sowohl als alten, erzeugen sich die Beine wieder. Rudolphi hat beobachtet, dass in dem neuerzeugten Beine des Salamanders keine Grenze an dem reproducirten Nerven zu bemerken war. Bei den Salamandern erfolgt auch eine Reproduction der Unterkinnlade, und nach Blumenbach bei Tritonen selbst des Auges mit Hornhaut, Iris, Linse etc. innerhalb eines Jahres. Die Bedingung zu einer Reproduction ist aber, dass der Sehnerve und ein Theil der Augenhäute im Grunde des Auges unverletzt geblieben. Das Blastema, aus welchem sich hier nach und nach die einzelnen Theile eines verlornen Organs bilden, ist zuerst gallertartig durchsichtig; so erscheint es als ein gallertartiger Kegel an dem Stumpfe der verschnittenen Beine und der Kieme der Tritonlarve. Nach Steinbuch bemerkt man schon am 2.—3. Tage am Stumpfe der Kieme dieses wasserhelle, anfangs gefässlose Blastema. Diess vergrössert sich zur Form eines Cylinders, aber schon nach einigen Tagen ist diese Materie organisirt und vom Blute durchflossen. Vergl. pag. 372. Bei eigenem Versuche wollte mir diess lange nicht so schnell gelingen. Nach einer Mittheilung von Dieffenbach lösst sich nach einer Verwundung der Haut, Muskeln und der Beinhaut bei Salamandern öfter das ganze Glied, Extremität oder Schwanz ab, welche nachwachsen.

Die Frage, welches Princip die Wiedererzeugung so zusammengesetzter Theile bei einem erwachsenen Thiere bedingt, ist schon oben berührt worden; ob jenes organisirende Princip, welches selbst die Nerven beherrscht, und bei der ersten Entstehung die Nerven erzeugt, oder die Nerven. Bei der letztern Ansicht ist es interessant, dass alle Nervenfasern, die sich in den Theilen des abgeschnittenen Gliedes von den Nervenstämmen aus verbreitet hatten, schon in den noch vorhandenen Nervenstämmen des Stumpfes vereinigt neben einander vorhanden sind, wie in der Physik der Nerven im 3. Buche bewiesen wird, und dass die Nervenstämme in der Regel nur die Summe aller in den Aesten und Zweigelchen der Nerven sich entwickelnden Primitivfasern sind. Die zweite Durchschneidung der Nerven an einem Stumpfe beim Salamander soll die Reproduction des Stumpfes hindern.

Todd *Quarterly J. of sciences Vol.* 16. *p.* 91. Treviranus *Erscheinungen und Gesetze* 2. 7. Wahrscheinlich wird indess selbst die Erzeugung der Nerven von einem höhern Princip aus bestimmt, da sich die Nerven gleich anderen Theilen bei der Metamorphose der Thiere umwandeln. Alle bisher betrachteten Reproductionsphänomene geschehen ohne Entzündungsprocess, sondern durch eine Bildung von Blastema und Organisation desselben, ähnlich wie bei der ersten Zeugung. Bei den niederen Thieren gehen die Phänomene der Entzündung höchstens jenen Reproductionserscheinungen vorher, als nächste Folgen der Verwundung. Bei den Fröschen beobachtet man wirklich in seltenen Fällen Eiterung, wie ich selbst gesehen. Bei Schlangen verschorften mir schnell die Wunden. Bei den höheren Thieren giebt es keine Reproduction zusammengesetzter Theile, wie der Extremitäten, des Auges, mehr, sondern nur Wiedererzeugung einzelner Gewebe.

Wiedererzeugung der Gewebe.

Die Wiedererzeugung der Gewebe erscheint in zweifacher Form, 1) als Regeneration der Gewebe ohne Entzündung; 2) als Regeneration mit begleitender Entzündung. Die Entzündung darf in keinem Falle als die alleinige Ursache einer Regeneration angesehen werden. Bei dem Menschen und den Säugethieren bestehen Regeneration und Entzündung oft gleichzeitig nebeneinander, und die Regeneration wird oft durch die Entzündung hervorgerufen. Allein der Regenerationsprozess ist noch wesentlich von der Entzündung verschieden; jener ist die Aeusserung der Vis medicatrix naturae; diese ist die krankhafte Folge der Verletzung und tendirt je nach den Umständen ebenso zum Schlimmen als zum Guten. Die Unabhängigkeit der Heilung von der Entzündung zeigt sich schon sehr deutlich bei den Amphibien; denn bei den Schlangen heilen sogar grosse Wunden mit Substanzverlust ohne Eiterung, indem die Oberfläche verschorft wird, unter dem Schorf die neue Substanz sich bildet, diess habe ich selbst beobachtet, und ebenso soll es sich nicht selten bei Vögeln ereignen. Bei den Salamandern und bei den niederen Thieren ersetzen sich sogar ganze Glieder ohne jenen pathologischen Process und wer wird hier an die Nothwendigkeit der Enzündung zur Regeneration denken. Beim Menschen und bei den Säugethieren sind dagegen wenigstens nach Verletzungen Entzündung und Regeneration mit einander gleichzeitig, und die Entzündung dauert so lange bis die verletzte Stelle nicht mehr leidet. Daraus hat man den falschen Schluss gezogen, dass die Entzündung ein vermehrter Lebensprocess sei. Bei den höheren Thieren giebt es übrigens auch einzelne Fälle von Regeneration ohne alle Spur einer begleitenden Entzündung, wie die Wiedererzeugung der Geweihe, Haare, Nägel u. s. w.

1) *Regenerotion ohne Entzündung.*

a. Organisirte Gewebe, welche wiedererzeugt werden, nachdem sie ihre Organisation verloren haben.

Hierher gehört die Regeneration der Schale der Krebse, der

Geweihe der Hirsche, der organisirten Keime der Federn und Stacheln, welche später ihre Organisation verlieren. Die Schale der Krebse wird jährlich erneut, wenn die Entwicklung der inneren Theile dem Umfange der Schale nicht mehr entspricht. Die Schale spaltet sich und wird im August abgeworfen, unter ihr hat sich schon eine neue gebildet, die anfangs weich, empfindlich ist, und selbst Gefässe enthält, aber durch Aufnahme von kohlensauren Kalktheilchen bald hart wird. Cuv. *vergl. Anat.* 1. 101. Zur Zeit des Schalenwechsels erzeugen sich an beiden Seiten des Magens, der auch sein Epithelium erneuern soll, kalkige Concretionen, Lapides cancrorum; sobald die neue Schale härter wird, verschwinden diese Concretionen wieder.

Das Geweihe des Hirsches und verwandter Thiere ist mehr der organisirten Matrix der Hörner der wiederkäuenden Thiere als den Hörnern selbst zu vergleichen. Die Basis des Geweihes sitzt auf dem Stirnbeinhöcker, ein knöcherner zackiger Wulst bezeichnet die Grenze dieses Höckers und des Geweihes. Nicht zur Begattungszeit (Herbst), sondern im Frühling werfen die Männchen das Geweihe ab, und es entsteht das neue Geweihe. Die Trennung geschieht durch eine Art Erweichung der organisirten Knochensubstanz des Stirnbeinhöckers an der Grenze zwischen diesem und dem Geweihe. Der neue rauhe Stirnbeinfortsatz wird von der Haut bald wieder überzogen. Nun wächst das neue Geweihe aus dem Stirnbeinfortsatze hervor, von einer Fortsetzung der Haut und unter dieser von Beinhaut bedeckt, weich und knorpelig von unzähligen Gefässen durchdrungen. Indem die Knorpelmasse verknöchert und hierbei durchaus die Entwicklung der Knochen des Fötus und Kindes wiederholt, verlieren das Periosteum und die Haut des Geweihes ihre Organisation und lösen sich ab. Nach der Castration erzeugen die jungen Hirsche keine Geweihe und die älteren wechseln ihre Geweihe nicht mehr. Cuvier *vergl. Anat.* 1. 97. Berthold *Beiträge zur Anatomie, Zoologie und Physiologie.*

Auf eine gleiche Art haben die organisirten Keime der Haare und Stacheln bei den Säugethieren und die Keime der Federn bei den Vögeln ihre Zustände der Abnahme und der Turgescenz, bei dem Hären und Mausern. Diess wird die Ursache zum Ausfallen und zur Wiedererzeugung der Haare und Federn. Die Wiedererzeugung der Haare und Federn ist jedoch insofern von der Wiedererzeugung der Geweihe verschieden, als nur die Matrix der Haare dem organisirten Geweihe gleicht, und das abgestorbene Mark der Federn dem verhärteten Geweihe gleicht, während die Hornsubstanz der Federn bloss durch die Matrix abgesondert wird, wovon an dem Geweihe als Aehnliches nur die Oberhaut des noch weichen Geweihes vorkömmt. Wir werden daher die Regeneration dieser Theile von der der Geweihe trennen.

b. Gefässlose Gewebe, welche durch Regeneration ihrer Keime wiedererzeugt werden. Es gehört hierher die Wiedererzeugung der Horngewebebildungen, des Zahngewebes und des Gewebes der Crystalllinse.

1. Horngewebe.

Die Nägel erzeugen sich bekanntlich wieder, so lange ihre Matrix noch vorhanden ist; aber man hat selbst an den Mittelgliedern amputirter Finger eine anfangende Nagelbildung beobachtet. Blumenbach *instit. physiol. p.* 511.

Ueber das Hären der Säugethiere hat Heusinger Aufschluss gegeben (Meck. *Arch.* 558). 5 Tage nach dem Ausrupfen eines Tasthaares des Hundes war ein mehr als 2 Millim. langes Haar entstanden. Bei den Hären wird die Zwiebel des alten Haares blass und es bildet sich neben ihr ein schwarzes Kügelchen, welches sich in den neuen Haarcylinder verwandelt. Diess ist sehr interessant, dass die Matrix des neuen Haares gleichsam ein neuer Auswuchs des productiven Bodens des Balges, und nicht der alte Keim ist. Es soll ebenso bei den Stacheln seyn. Bei dem Mausern der Vögel wird die Oberhaut am Schnabel und anderen Stellen in Form von Platten oder von Kleie abgestossen. Beim Abfallen der alten Federn sind die Keime der neuen Federn schon vorhanden. Siehe das Nähere bei A. Meckel., Reil's *Arch.* 12. Eble *a. a. O.* 1. 83. Burdach's *Physiologie* 3. 524.

Verschiedene Schriftsteller nehmen nach ihren Beobachtungen an, dass ausgerissene und in Einstiche der Haut verpflanzte Haare wieder anwachsen. Dzondi *Beiträge zur Vervollkommnung der Heilkunde. Halle* 1816. Dieffenbach *de regeneratione et transplantatione. Herbip.* 1822. Wiesemann *de coalitu partium a reliquo corpore prorsus disjunctarum. Lips.* 1824. Diess Anwachsen ausgerissener Haare nach der Transplantation und das Weiterwachsen derselben scheint mir noch nicht constatirt. Insofern die Zwiebel der Haare im Innern organisirt ist, lässt sich wohl ein Coalitus selbst mit anderen Theilen der Haut als dem Boden eines Haarbalges denken. Aber wie leicht kann hierbei Täuschung stattfinden.

2. Zahngewebe.

Die Zähne regeneriren sich für den Zweck des Zahnwechsels, da sie an der Krone nicht wachsen können und neue Zähne dem Umfange der vergrösserten Kiefer entsprechend entstehen müssen. Während das Hervorbrechen der neuen oder Wechselzähne gegen das 6. — 7. Jahr eintritt, hatten sich die Kronen dieser Zähne schon sehr frühzeitig gebildet. Unter den Milchzähnen sind bekanntlich nur 8 Backenzähne, unter den bleibenden 20 Backenzähne. Die Milchbackenzähne sind 4spitzig. Von den bleibenden Backenzähnen sind die 2 vorderen jeder Kieferhälfte 2spitzig, die hinteren 4spitzig. Die Milchzähne beginnen ihre Entwicklung im dritten Monat des Embryolebens und fangen vom 6. Monat nach der Geburt an hervorzubrechen.

Die bleibenden Zähne haben ein eigenthümliches Ortsverhältniss zu den Milchzähnen. Die späteren 3 hintersten Backzähne liegen in einer Reihe mit den Milchzähnen und schliessen sich nach Aussen an die Milchbackzähne an, mit denen diese hinteren Backenzähne auch in der Form der Krone übereinkommen, während die 2 vorderen Backenzähne des Erwachsenen als bi-

cuspidati den Milchbackzähnen nicht entsprechen. Die vorderen bleibenden Backenzähne, die bleibenden Eck- und Schneidezähne liegen anfangs hinter den Milchbackzähnen, Eckzähnen, Schneidezähnen. Von den Säckchen der bleibenden Zähne entsteht nach J. Fr. Meckel das des dritten (oder des ersten grossen) Backzahns schon am Ende des 4. Monats der Schwangerschaft. *Handb. der Anat.* 4. 214. Die Säckchen der bleibenden Schneidezähne bilden sich nach Meckel im Anfange des 8. Monats der Schwangerschaft, dann das Säckchen des Eckzahns, darauf das Säckchen des mittlern grossen Backzahns, die Säckchen der vorderen kleinen Backzähne erst einige Monate nach der Geburt, das Säckchen des hintersten grossen Backzahns erst im 4. Jahr. Meckel *a. a. O. p.* 226. Nach Blake und Meckel sind die Säckchen der bleibenden Zähne Auswüchse der Säckchen der Milchzähne. Indessen findet nach Meckel nur zwischen den äusseren Blättern der Zahnsäcke jener Zusammenhang statt; der neue innere Zahnsack entwickelt sich vielmehr an dem alten, zwischen diesem und dem äussern Säckchen. Meckel *a. a. O. p.* 227. Vergl. Meckel *im Archiv für Physiol.* 3. 556. Unter den bleibenden Zähnen fängt der dritte Backzahn oder erste grosse Backzahn gegen Ende der Schwangerschaft an zu verknöchern. Allmählig werden die Alveolen der neuen Zähne von den alten geschieden. Doch hangen beide Zahnhöhlen noch immer durch eine ansehnliche Oeffnung zusammen, wodurch der gemeinschaftliche Theil des äussern Zahnsäckchens tritt. Meckel *a. a. O. p.* 227. Der Zahnwechsel beginnt im 6.—7. Jahre. Zuerst erscheinen die vorderen grossen Backzähne; dann die Schneidezähne und Eckzähne; die mittleren grossen Backzähne erscheinen erst im 13.—14., die hintersten Backzähne vom 16.—20. Jahre. Vor dem Ausfallen verlieren die Milchzähne ihre Wurzeln.

Dass die Zähne eines Thieres ausgerissen und wieder eingesetzt, wieder fest wachsen, wird verschiedentlich behauptet. Ich bezweifle diess entschieden. Wäre es ein wahres Anwachsen, so müssten sich die zerrissenen Gefässe des Zahnkeims wieder mit den Gefässen des Bodens der Alveole vereinigen. Gerade dieser interessante Gegenstand ist nicht so constatirt, wie er es seyn muss. Eine sehr sichere Art, zur Entscheidung dieser Frage beizutragen wäre, Thiere mit frisch versetzten Zähnen mit Färberröthe zu füttern. Hat eine Verwachsung statt gefunden, so muss sich die innerste Schichte des Zahnes an der Zahnhöhle roth färben. Geborstene Zähne können sich natürlich nicht regeneriren, da sie nicht organisirt sind, sondern die Risse höchstens sich mit Kitt oder Weinstein aus den Speichelsalzen füllen. Bei den Schlangen währt die Bildung neuer Giftzähne beständig fort. Die neuen Zähne der Crocodile dringen in die conischen Höhlen der alten Zähne vor.

3. Crystalllinse.

Die Crystalllinse scheint sich in gewissen Fällen, nachdem sie aus der Capsel entfernt worden, durch ihre Matrix, die Capsel, wieder zu erzeugen. Leroy d'Etiole hat diess beobachtet. Magend. *J. de Physiol.* 1827. 30. Im ersten Falle waren 13 Tage,

im zweiten Falle 33 Tage, im dritten Falle 39 Tage, im vierten Falle 31 Tage, im fünften Falle 46 Tage, im sechsten Falle 165 Tage nach der Extraction der Crystalllinse bei Kaninchen, Katzen und Hunden verflossen, als das Auge untersucht wurde. Der Inhalt der hergestellten Capsel war entweder eine grümmliche Masse wie im zweiten Falle, oder ein kleiner linsenförmiger Körper wie in den meisten übrigen Fällen, im 6. Falle war aber eine ganz voluminöse Crystalllinse gebildet. Vergl. Mayer, Graefe und Walther's *Journ.* 17. 1. Vrolik *ebend.* 18. 4. W. Soemmerring *Beobachtungen über die organischen Veränderungen im Auge, nach Staaroperationen. Frankfurt* 1828.

2) *Regeneration mit begleitender Entzündung.*

Fast alle Fälle von Regeneration bleibend organisirter Theile bei dem Menschen gehören hieher, wenn man die Fälle ausnimmt, dass sich die Keime für Haar- und Zahnbildung nacherzeugen können, und dass diese Keime zuweilen selbst pathologisch z. B. im Eierstocke und anderen Theilen entstehen, so dass sich Haare, Zähne hier wie an anderen Orten erzeugen. Diese Erzeugung scheint nach denselben Gesetzen zu erfolgen. Die Zähne haben auch ihren Schmelz, und entstehen in Säckchen. Meck. *im Arch.* 1. 519.

a. Regeneration bei exsudativer Entzündung.

Die Entzündung hat in einem verwundeten oder nicht verwundeten Theil, wenn er freie Oberflächen darbietet, eine Exsudation von coagulabler Flüssigkeit, Liquor sanguinis, zur Folge. Fehlen freie Oberflächen, so häuft sich die coagulable Materie in den Capillargefässen und in dem Gewebe an und verdichtet dasselbe. Die in Wunden und auf Oberflächen entzündeter Theile exsudirende Materie ist anfangs flüssig, sie erscheint auf entzündeten Häuten zuerst tropfenweise, anfangs durchscheinend wird sie allmählig weisslich und consistent. Es ist der im Blute aufgelöste Faserstoff. Zur Zeit, wo die exsudirte Materie noch weich ist, scheint sie durch ein dem coagulablen Faserstoffe einwohnendes Lebensprincip zur Organisation zu streben, die durch Affinität und Wechselwirkung derselben mit den entzündeten Oberflächen auch erfolgt. Vergl. pag. 371. Es entstehen neue Gefässe in der exsudirten Materie, indem sie anfangs wahrscheinlich wieder Liquor sanguinis in die entstehenden Rinnen, hernach auch rothe Körperchen aufnimmt, ohne dass an eine Verlängerung von Gefässenden, die ja nicht existiren, gedacht werden kann. So muss man sich auch die Entstehung der neuen Gefässe in den Wunden und dem die Wundränder verklebenden Liquor sanguinis vorstellen. Eine Verlängerung der durchschnittenen Gefässe kann man hier nicht wohl annehmen. Alle durchschnittenen Gefässe schliessen sich ohnehin durch Gerinnsel, Trombus. Die durch Exsudation entstandenen Pseudomembranen organisiren sich nicht immer, in den Schleimmembranen erfolgt diess in der Regel nicht, wie im Croup, in den serösen Membranen erfolgt es in der Regel. Dass die Exsudate in sehr vielen Fällen organisirt werden, daran ist nicht zu zweifeln, wenn man einmal die schönen Injectionen dieser neuen Gefässe in Schröder van der Kolk's

Sammlung zu Utrecht und von Pockels in Braunschweig gesehen hat, wo Arterien und Venen von Pseudomembranen verschiedener Theile vom Darme und von der Leber, von Pseudomembranen zwischen Pleura costalis und pulmonalis verschieden gefärbt injicirt sind. In diesen Pseudomembranen entstehen auch neue Lymphgefässe, wie ich an mehreren Präparaten von Schröder gesehen habe, wo neben Arterien und Venen die Lymphgefässe mit Quecksilber gefüllt waren. In Hepatitide vero chronica hepate pseudomembranis diaphragmati accreto mihi contigit, mercurium in vasa lymphatica inpulsum in ipsas pseudomembranas propellere, ita ut vasa lymphatica nova in conspectum venirent; in his valvulae vel noduli iam conspici poterant, licet minores quam in aliis vasis lymphaticis; cum arteriis et venis cursum magis rectum servabant, aliquando tamen paulatim convolutum, aliquando quaedam vasa lymphatica ad pseudomembranae originem sursum tollebantur, sed postquam in pseudomembranam transire inceperant, arcu facto ad hepatis superficiem redibant, in illo arcu plura vasa lymphatica ex hepate terminabantur; an arcus talis prima vasorum lymphaticorum novorum origo? Schröder *observ. anat. path.* 43.

Merkwürdig ist die neue Gefässbildung zwischen den Stümpfen einer unterbundenen und durchschnittenen Arterie. Maunoir, Parry, Mayer haben solche Beobachtungen gemacht, welche sehr übereinstimmend sind. Besonders ist seit Ebel's wiederholten, mit guten Abbildungen begleiteten Beobachtungen an der Thatsache nicht zu zweifeln. Ebel *de natura medicatrice, sicubi arteriae vulneratae et ligatae fuerint. Giessen* 1826. Die neue Verbindung geschieht durch mehrere zuweilen gewundene Gefässe von einem zum andern Stumpfe, wie z. B. zwischen beiden Stümpfen der Carotis communis. Bei der Erklärung dieser Erscheinung hat man übersehen, dass bei den Thieren auch die Carotis communis mehrere ganz kleine Zweigelchen in die Halsmuskeln abgiebt, daher auch diese sogenannten neuen Gefässe wahrscheinlich nur Umbildungen von anliegenden Capillargefässnetzen sind.

Was die Aneinanderheilung getrennter Theile betrifft, so heilt Alles zusammen, was organisirt ist und im exsudativen Stadium der Entzündung sich berührt; getrennte Nervenstücke können unter sich, aber auch mit Muskelsubstanz, Beinhaut, Aponeurosen zusammenheilen. Ja selbst ganz abgeschnittene Theile heilen an, wenn sie frisch in innige Berührung mit homogenen oder heterogenen frischen Wundflächen gebracht werden, deren Entzündung aber auch über das Stadium exsudativum nicht hinaus seyn darf. Die Wiederanheilung vollkommen getrennter organisirter Theile ist zwar äusserst selten, aber doch nicht zu bezweifeln. Es gehört z. B. hierher der merkwürdige Buenger'sche Fall von Anheilung einer aus einem ganz getrennten Hautstücke des Schenkels künstlich gebildeten Nase. Froriep's *Not.* 4. 255. Nicht alle Fälle dieser Art ertragen indess eine scharfe Kritik. Hunter wollte den Zahn eines Hundes in den Kamm eines Hahnes verpflanzt haben, wo er fest wurde. Diess wird wohl schwerlich Anheilung gewesen seyn. Er verpflanzte eine Drüse vom Unter-

leib eines Hahnes auf eine Henne (he next transplanted a gland taken from the abdomen of the cock to a similar situation of a hen). Er verpflanzte den Sporn eines Hahnes. Diese sollen gewachsen seyn. ABERNETHY hat diese und andere Fälle beschrieben. ABERNETHY *physiol. lect.* 253. Aehnliche Versuche hatte BARONIO angestellt. Vergl. oben von den Zähnen und Haaren. Nach MERREM und v. WALTHER, meinem grossen Lehrer, heilt sogar das austrepanirte Knochenstück wieder ein.

Die Anheilung von Hauttheilen, die noch mit dem Stamme zusammenhängen, mit anderen Theilen desselben Körpers geschieht bekanntlich leicht. Ein Process, worauf die Bildung der Nase aus der Stirnhaut und viele andere Fortschritte der Chirurgie beruhen, um welche sich DIEFFENBACH grosse Verdienste erworben hat. Das einmal angeheilte Hautstück kann hernach an der Brücke, durch die es während der Anheilung mit dem Stamme verbunden seyn musste, durchschnitten werden. Die Verwachsung zweier in Entzündung gesetzter Theile, deren sich die Chirurgie mit so grossem Vortheile zur Aufhebung der Discontinuitäten und Aufhebung gewisser Absonderungen bedient, ist eine ganz allgemeine Erscheinung bei organisirten Theilen. Der Fötus kann hierdurch an Theilen seines Körpers mit den Eihüllen verwachsen, aber selbst verschiedene Individuen können auf diese Art mit einander verwachsen. Bei der Verwachsung der Embryonen zeigt sich hier ein äusserst merkwürdiges Gesetz, dass mit seltenen Ausnahmen immer die gleichartigen Theile beider Embryonen nicht bloss verwachsen, sondern ganz zusammenstossen; ja es entfernen sich sogar die symmetrischen Theile des einen Embryo an der Verwachsungsstelle von einander und verwachsen mit den entsprechenden Theilen des andern Embryo's; wodurch die Janus-Missgeburten entstehen. Dieser Process ist ohne eine gewisse Affinität gleicher Theile nicht denkbar. Diese Verwachsungen mit Verschmelzung müssen ganz ausserordentlich früh eintreten. Denn später findet sich beim Verwachsen nur Verbindung.

RATHKE hat einen Fall beobachtet, dass ein Embryo mit dem Kopfe eines andern durch seine Nabelschnur verbunden war. MECK. *Arch.* 1830. 4.

Was die Regeneration der verschiedenen Gewebe betrifft, so verwachsen zwar die getrennten Theile eines Gewebes bei der Berührung im Stadium exsudativum der Entzündung in der Regel, aber die neuerzeugte Substanz, welche die organisirten Theile verbindet, und welche anfangs Faserstoff ist, hat bei den der Empfindung und Muskelbewegung bestimmten Theilen nicht vollkommen die Eigenschaften, welche diese Gewebe sonst darbieten. Bei den meisten anderen Geweben ist die Regeneration vollständig, auch in Hinsicht der organischen Qualitäten, besonders bei denjenigen Geweben, welche weniger durch ihre Lebenseigenschaften als durch die vermöge des Lebens erhaltenen physikalischen Eigenschaften wichtig werden, wie die Knochen. Die Gewebe der letztern Art regeneriren aber nicht alle gleich leicht.

Die Sehnen, Bänder, Knorpel regeneriren überhaupt ungemein schwer, die Knochen dagegen sehr leicht.

Die Thatsachen über die Heilung verletzter Knorpel hat E. H. Weber in seinem trefflichen Werk *Anat.* 1. 306. zusammengestellt. Nach Brodie heilen verletzte Gelenkknorpel höchstens doch nur so, dass die zerstörten Theile nicht wieder ersetzt werden. Nach Beclard entsteht zwischen den Bruchflächen der Rippenknorpel eine aus Zellgewebe gebildete Platte; während die Knorpelstücke auch noch durch einen knöchernen Ring verbunden werden. Als Dörner aus dem Schildknorpel einer Katze ein kleines 4eckiges Stück herausgeschnitten hatte, war das Loch in 28 Tagen nur durch eine feste Haut angefüllt. Knorpel, welche durch einen Schnitt getrennt werden, wachsen nach Dörner nicht unmittelbar, sondern durch Vereinigung des Perichondriums zusammen.

Ueber die Regeneration des fibrösen Gewebes haben Arnemann, Murray, Moore, Köhler Versuche angestellt, welche in Weber's Werke citirt sind. Bei der Heilung der Sehnen soll die neue Substanz mehr knorpelig als faserig und glänzend seyn. Nach Arnemann soll sich die Dura mater nie wieder erzeugen (?).

Ausgezeichnet ist die Regeneration der Knochen. Die mehr schwammigen Knochen, wie Schädel, Becken und Epiphysen der Röhrenknochen, heilen schwieriger als die Röhrenknochen und dichteren Knochen. Manche Brüche heilen oft nur durch eine faserige biegsame Bandmasse, wie die zerbrochene Kniescheibe. Der Bruch des Oberschenkelbeinhalses innerhalb des Capselbandes heilt in der Regel nicht durch Callus, sondern durch eine ligamentöse Masse. Otto *path. Anat. pag.* 225. Das austrepanirte Stück des Schädels wird selten, selbst nach langer Zeit nicht, durch einen vollständigen Ersatz von neuerzeugter Knochenmaterie regenerirt. Doch kömmt zuweilen eine vollständige Ausfüllung durch neue Knochensubstanz vor, was Scarpa sah.

Der Process der Heilung gebrochener Knochen beruht auf exsudativer Entzündung und Umwandlung des Exsudates in Knochenmaterie, die anfangs die Knochenstücke ziemlich unförmlich verbindet und später allmählig umgewandelt wird. Die Exsudation erfolgt von allen Theilen, welche bei dem Knochenbruche verletzt worden waren, vom Knochen sowohl als von der Beinhaut, von dieser sowohl als von dem umherliegenden Zellgewebe und anderen verletzten in Entzündung gerathenden Theilen. Dieses erste Exsudat ist wie überall in der Entzündung der aufgelöste Faserstoff des Blutes; das Exsudat erreicht bald die Consistenz der Gallerte, welche sich organisirt, während die Entzündung fortdauert, die Beinhaut aufschwillt. Von dem ursprünglichen Exsudat muss man wohl den eigenthümlichen Callus unterscheiden; das erste Exsudat ist das gleichförmige Entzündungsprodukt aller verletzten Theile. Der Callus ist die Grundlage der neuen Knochensubstanz, dieser entsteht zunächst von den Knochen aus. Der ganze Vorgang der Callusbildung ist neuerlich durch Miescher's Untersuchungen wesentlich aufgeklärt worden. Miescher *de inflammatione ossium eorumque anatom. ge-*

nerali. Berol. 1836. Er ist hiernach folgender. Die Entzündung tritt zuerst nach einem Bruch am lebhaftesten in den weichen Theilen, Periostium, Zellgewebe, Muskeln auf, welche alle aufschwellen, sich verdichten, verwachsen und so eine feste Capsel um die Fractur bilden. Auf der innern Fläche dieser Capsel wird durch die Entzündung eine halbflüssige nach und nach fester werdende Substanz gebildet, in der Gefässe entstehen. Eine gleiche Substanz geht aus dem Markgewebe des gebrochenen Knochens hervor. Die von der Capsel gebildete Masse und die letztere verschmelzen. Diess ist die in der Capsel liegende, die Fractur umhüllende Substantia intermedia. Diese nimmt eine fibröse Beschaffenheit an, und füllt alle Zwischenräume zwischen den Knochen aus, während Muskeln, Zellgewebe, Periostium in ihren frühern Zustand zurückkehren. Später als die Weichtheile wird auch der Knochen von der Entzündung ergriffen, und zwar zuerst in einiger Entfernung von den Bruchenden, wo der Knochen noch von dem Periostium bedeckt ist und ebenso im Innern des Knochens. Auch die Knochen exsudiren eine gallertarige Masse, worin sich Gefässe bilden, während diese Substanz wächst, wandelt sie sich, von der Seite, wo sie mit dem Knochen zusammenhängt, in Knorpel und Knochen um. Diese neue Masse, der eigentliche Callus, füllt auch die Höhle der Knochen mehr oder weniger aus. Aussen schreitet die Substanz über die Knochenenden weg und die Productionen beider Knochen verbinden sich. So geschieht die Bildung des primitiven Callus. Unterdess verwachsen die Oberflächen der Knochen mit der von den weichen Theilen und dem primitiven Callus selbst gebildeten Capsel, die Ränder der Fractur verwachsen hinwieder mit der Substantia intermedia. Auch bildet sich nun ebenfalls Callus, welcher sich auf Kosten der unterdess ligamentös gewordenen Substantia intermedia ausbildet. Auf der äussern unebenen Fläche des Callus bildet sich wieder Periostium aus. Die erste Erscheinung des primitiven Callus findet an demjenigen Theile des Knochens statt, wo das Periostium noch mit dem Knochen zusammenhängt, es ist die zwischen Periostium und Knochen sich bildende, anfangs halbflüssige Materie, worin schon nach dem dritten Tage Gefässe sichtbar werden. Der Callus geht daher nach Miescher's Untersuchungen immer vom Knochen selbst aus. Wurden zuweilen Knochenkerne in dem Callus beobachtet, welche von jenem Theil des Knochens, von welchem die Callusbildung ausgeht, auf dem Durchschnitt isolirt schienen, so zeigte sich bei weiterer Untersuchung, dass sie doch an anderen Stellen als an der Durchschnittsfläche mit jener productiven Stelle zusammenhingen. Die weiteren Veränderungen des Callus nach der Verwachsung der Knochenenden bestehen in der Herstellung der Markhöhle in dem Callus selbst und in der Veränderung seiner Form. Die Umwandlungen des Gewebes des Callus geschehen übrigens ganz so wie bei der ersten Knochenbildung. So lange der Callus knorpelig ist, enthält er die mikroskopischen Knorpelkörperchen, zur Zeit der Ossification entsteht auch das zellige Gefüge in der Knochensubstanz.

Die Litteratur über diesen Process ist ausserordentlich gross, und kann hier nicht ganz angeführt werden; man findet sowohl diese als eine vollständige Exposition der Ansichten über die Bildung des Callus im *Dict. des sc. méd.* in A. L. Richter *Handb. d. Lehre von d. Brüchen und Verrenkungen der Knochen. Berlin* 1828. *p.* 89—117. und in Miescher's angeführtem Werke. Die vorzüglichsten Schriftsteller über diesen Gegenstand sind Haller *element. physiol.* 8. 345. Detlef in Halleri *op. min.* 2. 463. Troja *de novorum ossium regeneratione exp. Paris* 1775. Köhler *exp. circa regenerat. ossium. Gött.* 1786. Van Heekeren *de osteogenesi praeternaturali. Lugd. Bat.* 1798. Macdonald *de necrosi et callo. Edinb.* 1799. Dupuytren *Dict. des sc. méd.* 38. 434. Howship *Beob. über den gesunden und kranken Bau der Knochen.* Kortum *exp. circa regenerat. ossium. Berol.* 1824. Meding *diss. de regeneratione ossium. Lips.* 1823. M. J. Weber *Nov. act. acad. nat. cur.* 12. 2. Breschet *Recherches experiment. sur la formation du cal. Paris* 1819.

Der Hauptpunkt der Controverse war vorzüglich die Frage, welchen Antheil die Beinhaut an der Callusbildung habe. Duhamel, Schwenke, Bordenave, Blumenbach, Köhler, Dupuytren und Boyer schrieben ihr einen wesentlichen Antheil zu. Schon Detlef zeigte, dass die Beinhaut zu der Bildung des Callus nichts beitrage, und sich erst später bilde. Haller, Sömmering, Scarpa, Richerand und Cruveilhier liessen den Callus durch Exsudation von den Knochenenden selbst entstehen. Von der unphysiologischen Vorstellung Duhamel's, dass die Beinhaut das Bildungsorgan des Knochens sey, ist schon früher die Rede gewesen. So wenig sie zuerst den Knochen bildet, so wenig wird sie allein das Bildungsorgan des Callus seyn können. Nur an der ursprünglichen Exsudation nach dem Knochenbruche hat die Beinhaut, wie alle anderen verletzten weichen Theile, den nächsten Antheil. Allerdings wirkt das Periostium zur Entstehung des eigentlichen Callus zwischen ihm und dem Knochen mit, aber nur in wie weit es überhaupt zum Bildungs- und Ernährungsprozess in dem unter ihm liegenden Knochen nothwendig ist, insofern von ihm aus die ernährenden Gefässe in den Knochen eindringen. Dass es aber bei der Bildung specifischer Gewebe noch auf etwas ganz Anderes als auf die Existenz der mit dem Material zur Ernährung gefüllten Gefässe ankommt, ist schon oben erinnert worden.

Die Entstehung der ersten Ossificationen im Callus dicht am Knochen und das weitere Fortschreiten zeigen, dass die Gegenwart des Knochens hier zur neuen Knochenbildung nothwendig ist.

Die serösen Häute sind von allen Theilen am meisten zur Exsudation von Liquor sanguinis geneigt, vielleicht weil sie am wenigsten eigenes assimilirendes Gewebe besitzen. Die Verwachsung ist daher bei ihnen am häufigsten. Ob sich bei veralteten Luxationen in den neu entstandenen Gelenken neue Synovialhäute bilden, ist noch nicht ganz gewiss, obgleich es Meckel vielleicht zu bestimmt annimmt. Die Synovia eines neuen Gelenkes kann allerdings von dem Reste der Synovialhaut herrühren, der dem Knochen noch anhängt.

Die Narbe der im Stadium der exsudativen Entzündung geheilten Hautwunden ist dichter als die Haut selbst, empfindlich, anfangs röther, später weisser; sie hat eine feinere Epidermis. Grössere Narben entstehen von Heilung mit eiternder Entzündung bei Substanzverlust der Haut. In diesem Falle ist die Hautnarbe haarlos, und bei den Negern mehrentheils anfangs farblos, worauf aber doch häufig in der Folge die schwarze Hautfarbe sich wieder erzeugt.

Die Schleimhäute heilen schwer zusammen, worauf zum Theil die Schwierigkeiten bei der Ausführung der Gaumennath und Darmnath beruhen. Nach der Durchschneidung der Ausführungsgänge der Drüsen, entsteht, wenn die getrennten Stücke in Berührung bleiben, zuweilen eine Regeneration des Ganges, so dass keine Verschliessung erfolgt. Dies hat zuerst Mueller *de vulneribus duct. excret. Tüb.* 1819. in 3 Fällen am Ductus Whartonianus der Submaxillardrüse, und einmal am Ductus pancreaticus, in 2 Fällen am Ductus deferens des Hundes und der Katze beobachtet. Brodie, Tiedemann, Gmelin, Levret und Lassaigne haben nach Unterbindung des Ductus choledochus in einigen Fällen eine Wiederherstellung des Ganges gesehen. Die Gelbsucht verschwand in Tiedemann's Versuchen in einigen Fällen wieder nach 10—15 Tagen. Die Ligatur hatte hier entweder durchgeschnitten, und war abgefallen, ehe die Durchschnittsflächen verheilten, oder die coagulable Materie wurde um die Ligatur ergossen, und letztere hatte sich vielleicht im Innern des äusserlich hergestellten Ganges abgestossen, und ist durch den Kanal selbst ausgetreten. In 13—26 Tagen war der Gang wieder hergestellt gefunden worden. Tiedemann und Gmelin *die Verdauung nach Versuchen.* 2.

Die Drüsen vernarben zwar, aber die Narbensubstanz erhält nicht die Eigenschaften der Drüsensubstanz. Eben so verhält es sich mit den Muskeln. Die Narbensubstanz der Muskeln ist nach P. Fr. Meckel, Richerand, Parry, Huhn, Murray und Autenrieth dem verdichteten Zellgewebe ähnlich, und zeigt keine Contractilität gegen galvanischen Reiz. Kleemann *diss. circa reprod. partium. Hal.* 1786. Huhn *de regen. partium mollium. Gott.* 1787. Murray *de redintegratione partium etc. Gott.* 1787. Autenrieth et Schnell *diss. de nat. unionis musculorum vulneratorum. Tüb.* 1804. Die Wunden des schwangern Uterus vernarben sehr leicht, die Wunde wird durch die Zusammenziehung des Uterus schnell überaus klein. Es scheint, dass vorzugsweise die äussere seröse Haut des Uterus vernarbe. Vergl. Mayer, Graefe und Walther's *Journ.* 11. 4. Eine neue Erzeugung von wahrer Muskelsubstanz, wie sie in Wolff *tract. de formatione fibrarum muscularium in pericardio atque in pleura. Heidelb.* 1832. beschrieben wird, ist gewiss nicht annehmbar. Diese faserigen Schichten auf Pleura und Herzbeutel, die ich im Museum zu Heidelberg gesehen habe, können nur Faserstoffexsudate seyn. Wir kennen keinen Beweis für die Existenz von Muskelsubstanz, als ihre Zusammenziehung und ihr mikroskopisches Verhalten. Vergl. Wutzer in Mueller's *Archiv* 1834. *p.* 451.

Ueber die Regeneration der Nerven haben ARNEMANN, HAIGTHON, PREVOST, MEYER, FONTANA, MICHAELIS, SWAN, BRESCHET, TIEDEMANN Untersuchungen angestellt; gleichwohl ist dieser Gegenstand noch ziemlich im Unklaren, indem mehrere Beobachter die Frage, ob die getrennten Stücke zusammenheilen, mit der Frage verwechselten, ob die Narbenmasse die Eigenschaften des Nervengewebes hat, was sowohl in anatomischer als physiologischer Hinsicht eine Prüfung von ganz ausserordentlicher Schwierigkeit ist. Bekanntlich ziehen sich die Nervenstücke nach der Durchschneidung durch die Elasticität ihrer Scheide etwas zurück. Dass aber die Nervenstücke, wenn sie nahe an einander liegen, sich wieder vereinigen, daran ist freilich nicht zu zweifeln. Soll nun die Nervensubstanz die Eigenschaften der Nerven haben, so muss sie Primitivfasern enthalten. ARNEMANN (*Versuche über die Regeneration. Gött.* 1797.) fand, dass die Narbensubstanz von der eigenthümlichen Substanz der Nerven verschieden sey, und eine harte Anschwellung bilde. Dagegen FONTANA (*Versuche über das Viperngift*) die Aehnlichkeit der Substanz nach Versuchen am N. vagus der Kaninchen annimmt. Allein 29 Tage nach der Durchschneidung konnten sich unmöglich die Primitivfasern in jener Narbe erzeugen, die man nach meinen Beobachtungen selbst nach 7 Wochen noch nicht deutlich darin findet, indem die Narbenmasse dann noch wie dichtes Zellgewebe ist. PREVOST (FRORIEP'S *Not.* 360.), der den N. vagus an Katzen durchschnitt und wieder heilen liess, fand nach 4 Monaten eine Fortsetzung der Nervenfäden durch die Narbe. Sehr unwahrscheinlich ist MICHAELIS Angabe (*über die Regen. der Nerven. Cassel* 1785.), dass nach Ausschneidung von 9—12 Lin. langen Nervenstücken nach mehreren Wochen eine Vereinigung durch Nervenfäden statt fand. MEYER (REIL'S *Arch.* 2. 449.) und TIEDEMANN prüften die neu erzeugten Substanzen durch Salpetersäure, welche die Hüllen der Nerven auflöst, aber die Nervensubstanz zurücklässt. Diess Prüfungsmittel ist aber wohl trüglich. Nach keinerlei Art chemischer Behandlung kann man, so viel mich meine Beobachtungen lehren, die feinsten Primitivfasern der Nerven studiren, der Nerve muss ganz frisch mikroskopisch untersucht werden. Als ich auf diese sichere und in der That nicht sehr schwierige Art die Narbe des vor 7 Wochen zerschnittenen und wieder verheilten N. ischiadicus eines Kaninchens untersuchte, so konnte ich mich nicht hinreichend von der Existenz der parallelen Primitivfasern in der noch harten Narbenmasse überzeugen, die aus dichtem Zellstoffe zu bestehen schien; SCHWANN hat indess beim Frosch in der regenerirten Nervensubstanz wirkliche Primitivfasern beobachtet; in diesem Fall hatte sich auch die Leitungsfähigkeit der Nerven hergestellt.

Von grossem Gewichte sind nun physiologische Versuche über die Wiederherstellung der Empfindung und Bewegung in den Theilen, deren Nerven vorher durchschnitten worden. Man kann aber auch wieder von den meisten der bisher angestellten Versuche dieser Art behaupten, dass sie nicht mit hinreichender Kritik angestellt sind.

Eine Wiederherstellung der Empfindung fand der Gegner der Reproduction, ARNEMANN, in einem seiner Versuche an einem vorher durchschnittenen Hautnerven des Vorderfusses eines Hundes, ferner DESCOT (*über die örtl. Krankh. der Nerven. Leipz.* 1826.) bei einem Manne, der sich den N. ulnaris verletzt hatte, und bei dem anfangs im 4. und 5. Finger das Gefühl ganz mangelte, während die ersten Tage nach der Verletzung das Gefühl undeutlich war und sich nach und nach wiederherstellte. DESCOT's Fall beweist nichts, da der Nerve wohl nicht ganz durchschnitten war. Bei einem jungen Manne sah ich Prof. WUTZER ein Neuroma des N. ulnaris am Oberarme exstirpiren, wo dieser Nerve ober und unter der Geschwulst durchschnitten und mit der Geschwulst ein 2½ Zoll langes Stück des Nerven ausgeschnitten wurde. Hier konnte sich unmöglich die Nervensubstanz reproduciren, dennoch stellte sich nach 3—4 Wochen die Empfindung in der Ulnarseite des 4. Fingers (nicht im 5. Finger) allmählig wieder ein, offenbar weil der Ramus volaris ulnaris digiti 4. mit einem Aestchen des N. medianus verbunden ist. Nach 8 Monaten fand ich den 4. Finger auf beiden Seiten vollkommen empfindlich. Eine allmählige, aber unvollkommene Wiederkehr der Empfindung nach Durchschneidung eines N. dorsalis pollicis hat GRUITHUISEN an sich selbst beobachtet. In einem Falle, den EARLE (*med. shir. Trans.* 7.) erzählt, wo ein Theil des N. ulnaris ausgeschnitten wurde, konnte der kleine Finger 5 Jahre nachher noch nicht gebraucht werden und hatte nur unvollkommene Empfindungen. In der grossen Anzahl von ARNEMANN's Versuchen war das untere Stück eines durchschnittenen Nerven 100—160 Tage nachher ganz unempfindlich. Unter die merkwürdigsten Versuche über die Reproduction der Nerven gehören die von HAIGTHON, PREVOST und TIEDEMANN. HAIGTHON (REIL's *Arch.* 2. 80.) durchschnitt bei einem Hunde den N. vagus am Halse auf der einen Seite; als er 3 Tage nachher den andern Nerven durchschnitt, starb das Thier, wie immer, wenn beide Nerven zugleich durchschnitten sind. Er durchschnitt bei einem Hunde zuerst den einen, 9 Tage darauf den andern Vagus. Der Hund lebte 13 Tage. An einem andern Hunde wurde der Vagus der einen Seite 6 Wochen nach dem Vagus der andern Seite durchschnitten. Der Hund war zwar darauf 6 Monate ungesund, aber er blieb am Leben. Die Stimme war nach 6 Monaten wiedergekehrt und die Töne waren höher geworden. An dem Hunde, dem HAIGTHON 19 Monate vorher beide N. vagi durchschnitten, durchschnitt er nun wieder beide Vagi nach einander, das Thier starb am 2. Tage. RICHERAND hat die Versuche von HAIGTHON ohne Erfolg wiederholt. Auch BRESCHET und DELPECH leugnen die Regeneration der Nervensubstanz. LUND *Vivisectionen* 218. Dagegen hat PREVOST HAIGTHON's Versuche bestätigt, FRORIEP's *Not.* 360. Als 2 neugebornen Katzen der eine N. vagus 1 und 2 Monate nach der Durchschneidung des andern durchschnitten wurde, starben die Thiere (im ersten Falle in 15, im zweiten Falle in 36 Stunden). Dagegen lebten 2 junge Katzen fort, als er den zweiten Vagus 4 Monate nach dem ersten durchschnitt, sie lebten noch 14 Tage nachher allein

als nun der zuerst operirte und wieder vertheilte Nerve nochmals durchschnitten wurde, starben sie in 30 Stunden.

Die Beweiskraft einer andern Reihe von Versuchen beruht auf der Wiederherstellung der Bewegung in Gliedern, deren Nerven vorher durchschnitten worden. Die meisten Versuche dieser Art beweisen gar nichts, wenn man nicht, wie in Tiedemann's Fall, alle Nerven eines Gliedes durchschneidet. Swan hatte viele Versuche über den Erfolg der Durchschneidung des Nervus ischiadicus bei Kaninchen angestellt, aus denen sich jedoch kein entscheidendes Resultat ergiebt. J. Swan *über die Behandlung der Localkrankheiten der Nerven, übers.* v. Francke. *Leipzig* 1824. Die Thiere lernen nach der Durchschneidung des Nervus ischiadicus bald wieder gehen, aber erlangen den vollkommnen Gebrauch des Fusses niemals wieder. Dass diese Thiere selbst einige Tage nach der Durchschneidung des Nervus ischiadicus am Oberschenkel den Fuss wieder gebrauchen, darf uns nicht wundern. Denn da die Aeste der Oberschenkelmuskeln ganz hoch oben aus dem Plexus ischiadicus und dem N. ischiadicus abgehen, so werden sie in der Regel durch die Verletzung des Nervus ischiadicus am Oberschenkel gar nicht betheiligt. Dazu kommt, dass die Oberschenkelmuskeln auch von dem N. cruralis und obturatorius versehen werden. Die Durchschneidung des N. ischiadicus in der Mitte des Oberschenkels und selbst höher lähmt nur den Nervus peronaeus und tibialis, also die Muskeln des Unterschenkels und Fusses. Ohne dass die Thiere vollkommen auftreten können, werden dieselben nach jener Operation doch das Bein beim Gehen durch die vollkommene Wirkung der Oberschenkelmuskeln gebrauchen.

Ich habe einige Versuche über die Regeneration der Nervensubstanz nach einem veränderten Plane angestellt, dessen Anwendung in der Folge gewiss sichere Resultate verspricht; aber leider sind die Versuche, die ich anstellte, nicht ganz entscheidend. Ich erzähle sie, damit sie neue Versuche dieser Art veranlassen. 1) Ich hatte bei einem Kaninchen den N. ischiadicus am 13. Janur 1832 in der Mitte des Oberschenkels durchschnitten. Das Thier erhielt nach 2 Monaten den Gebrauch seines Fusses nicht, es hinkte und die Ferse war aufgetreten. Am 7. April wurde das Thier wieder vorgenommen. Der N. ischiadicus wurde an dem lebenden Thiere blossgelegt. Der Nerve war schön geheilt und zeigte eine lange Anschwellung. Der Nerve über der Narbe mit der Nadel gezerrt, bewirkte keine Zuckungen in den Muskeln des Unterschenkels und Fusses, die Zerrung des obern Theils der Narbe eben so wenig. Dagegen bewirkte Zerrung des mittlern Theiles und untern Theiles der Narbe, so wie des Nerven unter der Narbe jedesmal eine Zuckung in den Muskeln des Unterschenkels, namentlich in den Musc. peronaeis, welche blossgelegt waren. Die Haut des Fusses war unempfindlich von der Ferse bis zu den Zehen, am Unterschenkel war sie empfindlich, offenbar, weil die Nervi cutanei des Unterschenkels von dem durchschnittenen Theil des Nervus ischiadicus zum Theil unabhängig sind. 2) Bei einem Kaninchen, bei dem ich den

Nervus ischiadicus über der Mitte des Oberschenkels durchschnitten hatte, legte ich nach 1 Monat 20 Tagen darauf, als das Thier noch ebenso mit dem Fusse hinkte, wie anfangs nach der Operation, (bei dem lebenden Thiere) den Nerven wieder bloss. Die mechanische Reizung des Nerven mit einer Nadel erregte keine Zuckungen in den entblössten Muskeln des Unterschenkels, während sie unter der Narbe auf den Nerven angewandt Zuckungen, besonders in den blossgelegten Musc. peronaei, bewirkte. Der galvanische Reiz eines einfachen Plattenpaars auf den Nerven über der Narbe angewandt, wobei beide Platten über der Narbe applicirt wurden, erregte keine Zuckungen in den von dem Nervenstücke unter der Narbe abhängigen Muskeln. Der Assistent, Herr Schwann, liess nun die Pole einer aus 100 Plattenpaaren bestehenden Säule von ausserordentlicher Kraft auf den Nerven über der Narbe, dem hier eine Glasplatte untergeschoben war, wirken. Hier entstanden freilich starke Zuckungen in allen Muskeln des Unterschenkels. Allein es zeigte sich, dass der so sehr kräftige galvanische Strom durch den Nerven als blossen nassen thierischen Leiter fortgeleitet wurde. Ein so starker Strom ist, wie wir zu spät ersahen, zu keiner Art physiologischer Versuche brauchbar, weil er nicht wohl zu isoliren ist, und, wie wir hernach sahen, auch schon durch einen ganz zermalmten Nerven und 2 ganz getrennte Nervenstücke, die durch eine feuchte Oberfläche des Körpers, worauf sie liegen, verbunden sind, überspringt.
3) Am 10. Juli 1832 wurde einem Kaninchen der Nervus ischiadicus über der Mitte des Oberschenkels durchschnitten. Nach 6 Monaten, als das Thier immer noch beim Gehen den Fuss etwas schleppte, wurde bei diesem lebenden Thiere der Nervus ischiadicus wieder blossgelegt. Der einfache galvanische Reiz und der in diesem Falle sehr schwache Reiz einer galvanischen Säule von 30 Plattenpaaren bewirkte keine Zuckungen in den Muskeln des Unterschenkels, als beide Pole oberhalb der länglichen Narbe applicirt wurden. Wir erstaunten aber sehr, als wir unterhalb der Narbe den galvanischen Reiz auf den Nerven, oder auf den Nervus peronaeus applicirten, und nun auch nur äusserst geringe Spuren von Zuckungen in den Unterschenkelmuskeln und namentlich den blossgelegten Musc. peronaeis entstehen sahen. Spätere mit Dr. Sticker angestellte Versuche (Mueller's *Archiv* 1834. *p.* 202.) haben die Resultate dieser Versuche noch mehr aufgeklärt. Man hatte zu viel Werth auf Nysten's Erfahrungen gelegt, dass die Muskeln derer, die einige Tage nach einem Schlagflusse gestorben waren, trotz der Hirnlähmung noch contractil gegen galvanischen Reiz waren. Nysten *a. a. O. p.* 369. Es fand sich nämlich bei jenen Versuchen, dass das vom Hirneinfluss getrennte untere Stück eines durchschnittenen Nerven in der ersten Zeit allerdings seine Reizbarkeit behält, dass sie aber, wenn die Aneinanderheilung der Nervenstücke verhindert wird, später verloren geht, so dass man nach 2 Monaten durch den auf das untere Nervenstück applicirten galvanischen Reiz eines einfachen Plattenpaars keine Zuckungen mehr in den Muskeln erregen kann. Selbst die Muskeln hatten ihre Reizbarkeit für das galvanische

Fluidum in mehreren Fällen verloren. Hiernach sprechen die vorhin erwähnten Versuche doch mehr für als gegen die Herstellung der Nervenleitung. Im dritten Falle allein fehlte die Reizbarkeit im untern Nervenstücke fast ganz, und in diesem Falle scheint daher zwar eine Vernarbung der Nerven, aber keine Herstellung der Leitung statt gefunden zu haben. Da der Einfluss des Gehirns und Rückenmarks auf die Nerven zur längern Erhaltung der Reizbarkeit eines Nerven, nach STICKER's Versuchen, nöthig ist, so giebt die blosse Reizbarkeit des untern Stückes eines durchschnittenen Nerven nach mehreren Monaten den Beweis ab, dass die Heilung mit Herstellung der Leitung verbunden war. SCHWANN hat neulich einen Versuch über die Reproduction der Nerven bei einem Frosche angestellt. Er durchschnitt in der Mitte beider Oberschenkel den N. ischiadicus. In der ersten Zeit nach der Operation hüpfte der Frosch nur selten, sondern bewegte sich meistens durch Kriechen fort. Nach Verlauf eines Monates hüpfte er schon häufiger, und nach 3 Monaten ging diese Bewegung fast eben so gut von Statten, wie bei einem gesunden Frosch. Auch die Anfangs aufgehobene Empfindlichkeit in den Füssen war nach dieser Zeit grösstentheils zurückgekehrt. Wurden die blossgelegten Nerven hoch oben oder dicht über der Narbe mit einer Nadel gereizt, so entstanden starke Zuckungen an den entsprechenden Muskeln. Dasselbe zeigte sich, wenn die Nerven unter der Narbe und wenn die Muskeln selbst gereizt wurden. Bei der Untersuchung des Nerven fand SCHWANN Folgendes: Nachdem der Nerv (die Untersuchung konnte nur an Einem gemacht werden) von den umgebenden Theilen, womit er an der verletzten Stelle zusammenhing, getrennt war, bemerkte man ein Stück von ungefähr 1‴ Länge, welches nicht die glänzende Weisse zeigte, wie der übrige Nerv, sondern etwas mehr durchscheinend war. Es schien dadurch die Grenze angedeutet, wie weit sich die durchschnittenen Nerven, wenigstens das Neurilem derselben zurückgezogen hatte. Das mehr durchscheinende Stück musste also theils aus der aus dem durchschnittenen Nerven hervorquellenden Nervensubstanz, theils aus neu erzeugter Masse bestehn. Das ganze Stück liess sich aber nicht für hervorgepresste Nervenmasse erklären, weil es dafür zu lang war. Unter dem Microscop zeigte die fragliche Stelle aber an ihrer ganzen Länge dicht an einander liegende Nervenfäden, und das mehr durchscheinende Ansehn schien nur durch ein weniger vollständig reproducirtes Neurilem zu entstehn. Diese Fäden gingen continuirlich in die Nervenfäden der beiden Nervenstumpfe über, und wenn an einzelnen Stellen die Nervencylinder nur durch ganz dünne Fäden zusammenhingen, so liess sich diess durch die behufs der mikroskopischen Untersuchung vorgenommene Zerrung erklären. Der obere Nervenstumpf war übrigens eben so angeschwollen, wie es an den Nerven in Amputationsstümpfen zu seyn pflegt; beim unteren Nervenstumpf war diess nicht der Fall. Der Versuch von SCHWANN beweist die Reproduction der Nerven deutlich. Die Versuche von HAIGTHON, von PREVOST und von TIEDEMANN sind ohnehin platterdings nicht erklärlich, wenn man nicht eine Re-

production der Nerven annimmt. Tiedemann, der bei einem Hunde in der Achselhöhle die Nervenstämme des Vorderbeins, namentlich den N. ulnaris, radialis, medianus, cutaneus ext. durchschnitten, beobachtete nach 8 Monaten und noch mehr nach 21 Monaten eine Herstellung der Empfindung und Bewegung, so dass der Hund zuletzt den vollständigen Gebrauch des Fusses wieder erlangt hatte. Diess ist einer der überzeugendsten Versuche für die Regeneration der Nerven. Für die Regeneration der Nerven bei kleinen durchschnittenen Nervenfasern spricht auch die Wiederkehr einiger Empfindung in transplantirten Hautlappen, die nach der Transplantation und Anwachsung von der Hautbrücke, mit der sie früher noch zusammenhingen, getrennt werden, wie z. B. der aus der Stirn gebildete Hautlappen für die neue Nase nach dem Anwachsen an der Stelle des Zusammenhanges mit der Stirnhaut getrennt wird. Wenn hier keine Regeneration der feinen Nervenfäden an den Verwachsungsstellen einträte, so müsste ein solches Hautstück zuletzt ganz unempfindlich seyn. Nach den Erkundigungen, die ich in dieser Hinsicht bei dem Erfahrensten in diesen Dingen Dieffenbach, eingezogen, bleibt die Empfindlichkeit in diesen Theilen zwar immer sehr gering, aber sie ist doch nicht ganz zu läugnen.

Ein Umstand, der es besonders schwierig macht, sich eine deutliche Vorstellung von dem Hergange bei der Regeneration der Nerven zu machen, ist das Vorhandenseyn von Bündeln verschiedener Nervenfasern in manchen Nerven, motorischer und sensibler Fasern, wovon die ersteren, wie später gezeigt wird, allein die Fähigkeit haben, Muskelbewegungen zu erzeugen. Bei der Regeneration solcher Nerven müssten daher die motorischen Fasern mit den motorischen, die sensiblen mit den sensiblen verwachsen, was wieder schwer ist sich vorzustellen, wenn man die Feinheit dieser Fasern bedenkt. Schwann bezweckte bei seinem oben erwähnten Versuch hauptsächlich zu ermitteln, ob das Zusammenheilen von Empfindungs- und Bewegungsfasern an durchschnittenen Nerven dadurch bewiesen werden könne, dass, wenn die hinteren (Empfindungs-) Wurzeln solcher Nerven im Rückenmarkskanale gereizt werden, vielleicht Zuckungen entständen. Er legte daher an dem Frosche, an dem die N. ischiadici auf beiden Seiten durchschnitten und wieder zusammengeheilt waren, das Rückenmark bloss und durchschnitt die hinteren Wurzeln beider Seiten; allein es zeigte sich keine Bewegung in den Schenkeln, dagegen entstanden starke Zuckungen in den Muskeln des Unterschenkels, als die vorderen Wurzeln durchshnitten wurden. Aus diesem negativen Resultat aber liess sich kein Schluss gegen das Zusammenheilen von Empfindungs- und Bewegungsnerven ziehen, weil der Erfolg dadurch erklärt werden kann, dass die Empfindungsnerven vielleicht nicht das Vermögen besitzen, eine Reizung vom Centrum nach der Peripherie zu leiten.

Die von den Neuralgien hergenommenen Gründe für die Reproduction der Nerven sind wohl die schwächsten. Nach der Durchschneidung eines schmerzhaften Nerven kehren die Schmerzen oft wieder. Diess würde sich allein schon aus dem Umstande

erklären, dass das Nervenleiden seinen Sitz selbst über die Stelle der Durchschneidung nach dem Stamme hinauf ausdehne, und dass die Narbe des Nerven Schmerzen an dem Stamme errege. Dass diese später wieder erscheinenden Schmerzen in den äusseren Theilen empfunden zu werden scheinen, darf uns nicht wundern. Denn die Stämme der Nerven enthalten noch die Summe der Fasern, die sich in den Zweigen daraus entwickeln, und da die örtlichen Empfindungen durch die Verbindungen dieser Fasern mit dem Gehirne entstehen, so kann ein Nervenstumpf noch Empfindungen erzeugen, die in den äussern Theilen zu seyn scheinen. Diess kommt noch vor, wenn die äusseren Stücke gar nicht mehr vorhanden sind. Bei allen Amputirten, die ich untersucht, gehen die Empfindungen, als wenn die amputirten Theile noch vorhanden wären, nie ganz verloren; ich habe Amputirte 12 und mehr Jahre nach der Operation untersucht. Wenn die Nerven in dem Amputationsstumpf lange gedrückt werden, so haben sie die deutlichen Empfindungen, als wenn das Bein oder der Arm, die grösstentheils gar nicht mehr vorhanden sind, einschliefen. Dass diese Empfindungen einige Zeit nach der Amputation sich verlieren sollen, ist ein Irrthum der Aerzte und Chirurgen, welche die Kranken gewöhnlich nur einige Monate sehen.

Von besonderem Interesse sind Gruithuisen's Beobachtungen an sich selbst, nachdem er sich den Nervus dorsalis radialis pollicis am hintern Theile des 2. Gliedes durch eine bis auf den Knochen gehende grosse Querwunde durch Zufall zerschnitten hatte. Die linke Seite des Daumrückens war bis unter den Nagel ganz unempfindlich. Zur Zeit der Entzündung wurde diese Hautstelle schmerzhaft und litt an einem dauernden, stechenden und brennenden Schmerz. (Diess war wohl durch die Entzündung des Nervenstumpfes vom obern Theile des Nerven verursacht, und wurde nur scheinbar, wie nach Amputationen, in der unempfindlichen Haut gefühlt.) Diese Schmerzen verschwanden nach 8 Tagen mit der Heilung, worauf der unempfindliche Zustand wieder eintrat. Später trat einige Empfindung, aber eine nur höchst unbestimmte, ein. Gruithuisen konnte, wenn er die Augen schloss, auf einer Strecke von 2 Zoll Länge und $\frac{3}{4}$ Zoll Breite nicht bestimmen, wo er berührt wurde, und machte Fehler von 3 — 5 Linien. Wenn er auf die Narbe klopfte, hatte er die Empfindung von Prickeln unter dem Nagel. 8 Monate, nachdem er diese Beobachtungen angestellt, war die Empfindung durchaus noch eben so undeutlich wie früher. Gruithuisen schliesst mit der Bemerkung, dass die Empfindungseindrücke zwar durch die Nervennarbe geleitet werden können, allein sie werden nach ihm in dieser Narbe zu sehr ausgebreitet, als dass sie durch bestimmte Nervenfasern dem Sensorium wie von einem bestimmten Orte kommend erscheinen könnten. *Beiträge zur Physiognosie und Eautognosie.*

Was die Reproduction des Gehirns und Rückenmarks betrifft, so liegen keine Thatsachen vor, welche beweisen, dass jemals die Folgen der Zerstörung der Gehirnmasse und des Rückenmarkes durch die Reproduction der neuen Substanz ganz hergestellt wer-

den. Arnemann sah zwar bei Hunden nach Verlust von 26—54 Gran Gehirn 7 Wochen später die Wunde von neuer gallertartiger gelblicher Substanz ausgefüllt, die sich leichter als die Hirnsubstanz in Wasser löste. Es fragt sich aber, ob diese neue Materie wirklich Hirnsubstanz ist. Zerstörungen des grossen Gehirns an der Oberfläche haben oft keine auffallenden Folgen, wenn sie nicht mit Druck oder Irritation verbunden sind. Verletzungen des Rückenmarkes sind bekanntlich leider unheilbar. Das Gehirn vernarbt nach Flourens (*Versuche über die Eigensch. und Verricht. des Nervensystems*) zwar leicht, aber eine eigentliche Reproduction der Hirnsubstanz, die Arnemann angenommen, findet nach ihm nicht statt, indem die verwundeten Theile anfangs zwar aufschwellen, aber später wieder collabiren und einfach vernarben. Die Funktionen des Gehirns stellen sich zwar oft wieder her; allein diess geschieht, wenn es geschieht, öfter schon nach einigen Tagen, und die Reproduction hat wohl nicht allen Antheil daran. Indess soll doch die Wandung eines Hirnventrikels, wenn sie in einer Strecke weggenommen worden, durch Verlängerung der Rinde sich wieder herstellen.

b. *Regeneration bei suppurativer Entzündung.*

Die eiternde oder suppurative Entzündung bildet sich immer aus, wenn eine Wunde im exsudativen Stadium der Entzündung nicht heilen kann. Während der Heilung einer Wunde bei suppurativer Entzündung wird keine plastische Materie (aufgelöster Faserstoff), welche organisirbar ist, ausgeschieden, der Eiter ist nicht organisationsfähig. Home's Ideen über die Umbildung von Eiter in Fleischwärzchen, sind wohl ein gänzliches Missverständniss der Natur. Der Eiter entsteht durch eine Absonderung auf der Oberfläche oder im Innern des entzündeten Theiles, wobei der Eiter im Moment der Secretion nach Brugmans und Autenrieth flüssiger und klarer zu seyn scheint. Diese Absonderung scheint auf Kosten von durch die Entzündung zersetzter Materie zu geschehen. Die Eiterkügelchen sind ungleich, meist grösser als Blutkörperchen, mit denen sie keine Aehnlichkeit der Gestalt haben; sie sind entweder abgestossene Theilchen der eiternden Oberfläche, oder entstehen erst wie andere Kügelchen der Secrete in dem flüssigen Secretum im Moment der Secretion, auf ähnliche Art wie die Kügelchen im aufgelösten Eiweiss bei beginnender Coagulation entstehen.

Bei der Heilung der Wunden per primam intentionem im Stadio exsudationis der Entzündung, verwachsen die Wundränder mit Hülfe der organisirbaren aufgelösten Materie des Blutes. Bei der Heilung eiternder Wunden entstehen keine neuen Gefässe in vorher von der Oberfläche exsudirter Materie, sondern die eiternden Ränder und der Boden werden durch Wachsthum der organisirten Partikeln vorgeschoben. Die Meinungen der Schriftsteller über diesen einfachen Process waren zum Theil sehr sonderbar. Mehrere glauben, bei der Granulation einer eiternden Wunde finde zugleich Eiterung und Exsudation von coagulabler Materie statt, die sich organisire. Allein Eiterung und Exsudation von organisirbarer Materie schliessen sich immer aus, und können

nicht zugleich auf einer und derselben Stelle einer Wunde statt finden. Langenbeck urtheilte, dass die Heilung dann erst eintrete, wenn die eiterabsondernden kleinen gefässreichen Erhabenheiten oder Granulationen diese Absonderung einstellen, und plastische Materie absondern. Diess lässt sich jedoch nicht behaupten. Eine Wunde von guter Eiterabsonderung bildet neue Substanz durch Wachsthum und wird kleiner, während zu gleicher Zeit auf ihrer Oberfläche die Eiterung fortdauert, wie man so oft sieht, und wie auch Pauli immer fand. Da nun die Granulationen nicht vorher exsudirt sind, so kann man nach meiner Ansicht bloss annehmen, dass die schon organisirte Substanz des Wundbeckens am Rande und in der Tiefe sich wachsend ausdehne durch Intussusceptio, ähnlich dem gewöhnlichen Wachsthume aller organisirten Theile, nur viel rascher. Bei dieser Art der Substanzbildung organisirt sich nicht der auf der Oberfläche ergossene liquor sanguinis, vielmehr wird diese Materie zwischen den Partikeln der äussersten Wundschicht organisirt, während die neue Substanz der Oberfläche zu eitern fortfährt. Die eiternde Wunde wächst daher in allen Dimensionen vom Rande wie von der Tiefe gleichförmig zu ihrer eigenen Verkleinerung vor. Diese Productionen des Beckens der Wunde von körniger Oberfläche werden Granulationen genannt. Sie enthalten nicht die Enden der Gefässe, welche etwa den Eiter absondern, denn Enden der Blutgefässe giebt es an keinem Orte, sondern sie enthalten Capillargefässnetze. Der Eiter wird also nicht von Blutgefässenden abgesondert, sondern von der exponirten Oberfläche der Granulationen. Da nun das Vordringen der organisirten Theile von allen Seiten, vom Rande wie von der Tiefe aus, gleichförmig geschieht, so wird die Circumferenz der Wunde und das Becken immer kleiner, und zuletzt punktförmig, oder auf Null reducirt, wodurch die Eiterung von selbst aufhört. Nur wenn der Boden stärker als die Ränder wächst, erhebt sich der granulirende Boden über die Ränder empor; in diesem Zustande kann die eiternde Wunde nicht reducirt werden, und das rechte Verhältniss der wachsenden Ränder zum wachsenden Boden wird durch Cauterisation hergestellt. Im entgegengesetzten Falle, wenn der Boden im Wachsthume zurück bleibt, wird die Wunde sinuös, und die Ränder müssen aufgeschlitzt werden. Bei ganz oberflächlicher Eiterung hört zuletzt die Eiterung mit der Entzündung auf, ohne dass es der Reduction bedarf. Von den Capillargefässen einer eiternden Wunde hat Pauli *de vulneribus sanandis comment. physiol. chirurg. praemio ornata. Gott.* 1825. eine mikroskopische Abbildung gegeben. Ueber die im Eiter aufgelösten Stoffe liefert die Untersuchung von Gueterbock Aufschluss. Der Eiter enthält Eiweis und eine eigene Materie, die der Verf. Pyin nennt. Letztere gehört mit dem Käsestoff und Chondrin in die Reihe der Substanzen die von einem Minimum von Essigsäure gefällt werden; sie unterscheidet sich von beiden aber bestimmt. Sie wird von Essigsäure gefällt und wie das Chondrin von überschüssiger Essigsäure nicht aufgelöst; von Alaun wird sie gefällt, aber wie der Käsestoff von überschüssigem Alaun nicht aufgelöst,

während Chondrin wieder ausgelöst wird und Käsestoff hinwieder von überschüssiger Essigsäure aufgelöst wird. Salzsäure fällt; überschüssig löst sie wieder auf. Die saure Auflösung wird von Kaliumeisencyanid nicht gefällt. Die Materie ist in Wasser löslich, wird von Weingeist gefällt und von Wasser wieder aufgelöst. Im Schleim ist dieser Stoff auch enthalten, aber der Schleim enthällt nicht das Osmazom und das Eiweis des Eiters. Eiter und Tuberkel sind sehr verschieden.

Bei grossen Substanzverlusten der Haut wird diese theils durch Production der Ränder, theils durch Verdichtung des Zellgewebes ersetzt, was man z. B. in hohem Grade bei Verlust von grossen Theilen des Hodensackes beobachtet hat. Bei grossem Substanzverluste der Haut mit Nekrose der Knochen, wo das nekrotische Knochenstück abgestossen wird, und die weichwerdende granulirende Oberfläche des Knochens empor wächst (wie wir z. B. bei einem grossen Substanzverlust der Schädeldecken und Nekrose eines grossen Theils der äussern Lamelle des Schädels nach Verbrennung gesehen haben), scheint die Narbensubstanz zum Theil von Verlängerung der Hautränder, zum Theil selbst durch Zellgewebe-Production der Oberfläche des granulirenden Knochens, der sich auch wieder seine Beinhaut bildet, zu entstehen.

Der Process, welcher auf die Nekrose der Knochen erfolgt, bietet ein grosses physiologisches Interesse dar.

Ein Knochen wird nekrotisch oder stirbt ab, entweder in Folge eines übeln Ausganges der (dyskrasischen) Knochenentzündung, oder in Folge von Zerstörung seiner Gefässe durch Zerstörung der Beinhaut oder des Markgewebes. Wird die Beinhaut, die durch ihre Gefässe in dem innigsten Zusammenhange mit den Gefässen des Knochens steht, in beträchtlicher Strecke zerstört, so stirbt die äussere Schichte des Knochens (nicht die ganze Dicke des Knochens) ab, weil die Gefässe der äussern Schichte durch Zerstörung der Beinhaut ausser Thätigkeit gesetzt sind. Wird das Markgewebe eines Knochens durch Entzündung oder künstlich in einem durchsägten Röhrenknochen eines Thieres zerstört, so sterben die inneren Schichten des Knochens (nicht die ganze Dicke des Knochens) ab, weil die Gefässe der inneren Schichten des Knochens mit den Gefässen des Markgewebes im innigsten Zusammenhange stehen. Merkwürdig ist nun der Process, welcher bei der innern Nekrose in den äusseren noch lebenden Theilen des Knochens, bei der äusseren Nekrose in den inneren noch lebenden Theilen des Knochens entsteht. Dieser Theil des Knochens entzündet sich, die Folge dieser Entzündung ist im Stadium exsudativum Ausschwitzung, wie beim entzündeten gebrochenen Knochen, worauf später die ausgeschwitzte Masse wie bei den Knochenbrüchen organisirt und ossificirt wird. Hat man den Knochen äusserlich verletzt, und eine äussere Nekrose bewirkt, so erfolgt die Exsudation auf der innern Fläche der Höhle der Röhrenknochen, wodurch die Markhöhle verkleinert wird. Dieser Callus auf der innern Fläche der Röhrenknochen verstärkt nun die Dicke des Knochens, dessen äussere Schicht abgestorben ist. Bewirkt man dagegen eine Zerstörung

des Markes an einem durchsägten Röhrenknochen eines Thieres, worauf die innere Schichte abstirbt, so erfolgt die Exsudation auf der äusseren Fläche von den äussern noch lebenden Schichten des Knochens. Diese Exsudationen sieht man am deutlichsten bei Thieren, in deren hohle Knochen man einen heissen Stab bringt, oder deren Knochen man mit Wolle ausstopft.

Die Aufschwellung dauert während des ganzen Verlaufes der Knochenentzündung fort, und erscheint erst recht deutlich, wenn der Knochen sich gegen das nekrotische Stück hin erweicht, und hier überaus gefässreich wird; dieses Wachsthum des entzündeten und erweichten Knochens hat bei den Säugethieren den grössten Antheil an der Regeneration des nekrotischen Knochentheils. An der Stelle, wo die gesunde äussere Schichte die innere nekrotische oder die gesunde innere Schichte die äussere nekrotische berührt, wird die noch lebende entzündete Knochenschichte ganz weich, roth, granulirend, und wächst bei der innern Nekrose nach aussen vor, wodurch um die nekrotische innere Schichte (Sequester) nicht eine neue Röhre, sondern eine Verstärkung der äussern Schichte entsteht, oder unterhalb der äussern abgestossenen nekrotischen Schicht eine Verstärkung der innern Schicht nach aussen sowohl als gegen die Markhöhle hin erfolgt. Diese Aufschwellung dauert fort, während die Oberfläche des entzündeten und erweichten Knochens entweder nach innen gegen die innere Nekrose, oder nach aussen hin gegen die äussere Nekrose Eiter abzusondern fortfährt.

Ist die ganze Dicke eines Knochens abgestorben, so kann kein Knochen regenerirt werden; die Beinhaut hat nichts damit zu schaffen; dagegen erfolgt die Regeneration in der Regel, wenn bloss die äussere oder innere Schicht abgestorben ist; es wird aber hier kein neuer Knochen gebildet, sondern das bei der innern Nekrose abgestorbene Röhrenstück ist nur eben die innere Schicht des Röhrenknochens, und die neue Röhre um die abgestorbene ist auch eben nur die verstärkte und aufgeschwollene äussere Schichte des Röhrenknochens.

Man hat sich viel gestritten, ob die Reproduction der neuen Knochenmasse, welche den Sequester bei der innern Nekrose einschliesst, von der Aufschwellung der äussern Schichten des Knochens oder von der überkleidenden Beinhaut ausgehe. Weidmann (*de necrosi ossium*) nimmt beide Fälle an. Troja behauptet nach seinen neueren Versuchen das Erstere, und Scarpa hat es neuerdings als richtig erwiesen. Meding dagegen vertheidigt die Reproduction des Knochens durch die Beinhaut. Es ist für's Erste nicht begreiflich, dass eine Haut, wie die Beinhaut, welche nur Träger der von ihr in den Knochen eindringenden Gefässe und Hülle desselben ist, organisirte Knochenmasse bilden soll. Gegen diese Vorstellung habe ich mich schon pag. 376. erklärt, Allein es lässt sich bestimmt durch Versuche an Säugethieren (die hierzu besser geeignet als die Vögel sind) zeigen, dass die Bildung der neuen Röhre theils durch Exsudation (im Stadio exsudativo) auf der Oberfläche des Knochens geschieht, welche man auch für Exsudation des entzündeten Knochens und nicht

der Beinhaut anzusehen hat, dass aber der grösste Theil der Knochenmasse nur durch das während der ganzen Eiterung fortdauernde Wachsthum der äussern Schichte (bei der innern Nekrose) gebildet wird. Ich berufe mich hier auf die trefflichen Beobachtungen meines Collegen M. J. Weber, die Bannerth in seiner interessanten Dissertation zugleich bekannt gemacht, und wozu er die Abbildungen der Präparate gegeben hat. Miescher hat übrigens bewiesen, dass die Vorstellung von Scarpa von einer Expansion des alten Knochens nicht ganz richtig ist, indem die Anschwellung der noch vorhandenen äussern gesunden Schichte durch Exsudation geschieht.

Alles, was ich hier über die Reproduction der Knochen bemerkt habe, beruht theils auf Untersuchung der Weberschen Präparate, theils auf Miescher's Beobachtungen. Versuche von Pockel's über die Regeneration nach innerer Nekrose an mehreren Thieren, die wir gemeinschaftlich in Braunschweig secirten, lieferten übereinstimmende Resultate. Vergl. Troja, *neue Beob. u. Vers. über d. Knochen.* übers. von Schoenberg *Erlang.* 1828. Koehler *exp. circa regenerationem ossium. Gott.* 1786. Kortum *diss. exp. et observ. circa regenerationem ossium. Berol.* 1824. Meding *diss. de regeneratione ossium. Lips.* 1823. Scarpa *über die Expansion der Knochen und den Callus. Weimar* 1828. Bannerth, *Naturae conaminum in ossibus laesis sanandis indagatio anatomica physiologica. Bonnae* 1831.

Die reichhaltigste Zusammenstellung der Litteratur über die Reproduction der verschiedensten Theile liefert die vorher erwähnte Preisschrift von Pauli.

Berlin, gedruckt bei den Gebrüdern Unger.

Müller, Johannes, 1801-1858

Handbuch der Physiologie des Menschen für Vorlesungen

Bd.: 1,1

Coblenz 1837

Anat. 304 db-1,1/2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10369073-9